

## THÈSE

Présentée par :

**Ziad ALHASKEER**

Pour obtenir le grade de

**Docteur de l'Université du Maine**

Spécialité : Cartographie, Géographie

### **ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DE LA STRUCTURE DES PAYSAGES DE VALLEES**

**Évaluation de la dynamique des paysages de vallées du bassin versant de la Maine à  
partir de la télédétection et de SIG**



**Thèse soutenue publiquement le 21 décembre 2012 devant le jury composé de :**

<b>Laurent Polidori</b> .....	Professeur, ESGT, Le Mans .....	Rapporteur
<b>Laurent Schmitt</b> .....	Professeur, Université de Strasbourg .....	Rapporteur
<b>Yamna Djellouli</b> .....	Professeur, Université du Maine.....	Examineur
<b>Marie-Anne Germaine</b> .....	Maître de conférences, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.....	Examineur
<b>Jeannine Corbonnois</b> .....	Professeur, Université du Maine.....	Directrice de thèse
<b>François Laurent</b> .....	Maître de conférences, HDR, Université du Maine.....	Co-directeur de thèse



## THÈSE

Présentée par :

**Ziad ALHASKEER**

Pour obtenir le grade de

**Docteur de l'Université du Maine**

Spécialité : Cartographie, Géographie

## ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DE LA STRUCTURE DES PAYSAGES DE VALLEES

**Évaluation de la dynamique des paysages de vallées du bassin versant de la Maine à  
partir de la télédétection et de SIG**



**Thèse soutenue publiquement le 21 décembre 2012 devant le jury composé de :**

<b>Laurent Polidori</b> .....	Professeur, ESGT, Le Mans .....	Rapporteur
<b>Laurent Schmitt</b> .....	Professeur, Université de Strasbourg .....	Rapporteur
<b>Yamna Djellouli</b> .....	Professeur, Université du Maine .....	Examineur
<b>Marie-Anne Germaine</b> .....	Maître de conférences, Université Paris Ouest Nanterre La Défense.....	Examineur
<b>Jeannine Corbonnois</b> .....	Professeur, Université du Maine.....	Directrice de thèse
<b>François Laurent</b> .....	Maître de conférences, HDR, Université du Maine.....	Co-directeur de thèse

*À la mémoire de mon Père, à ma famille  
et ma petite fille Haya*



## Remerciements

*Le présent travail n'aurait pas été possible sans le bienveillant soutien de certaines personnes. Et je ne suis pas non plus capable de dire dans les mots qui conviennent, le rôle qu'elles ont pu jouer à mes côtés pour en arriver là. Cependant, je voudrais les prier d'accueillir ici tous mes sentiments de gratitude qui viennent du fond de mon cœur, en acceptant mes remerciements.*

*Je tiens à remercier mes deux directeurs de thèse pour la confiance qu'ils m'ont accordée (bien avant la thèse) et leur complémentaire soutien disciplinaire tout au long de ces années.*

*Je tiens en premier lieu à exprimer ma gratitude à ma directrice de thèse, Madame **Jeannine Corbonnois**, professeur à l'Université du Maine, pour sa confiance, son aide, son enthousiasme et son envie de pousser toujours plus loin la réflexion sur le paysage, au cours de ces cinq années de thèse. Toujours disponible pour me guider et m'épauler, dans les bons comme dans les mauvais moments, elle m'a poussée à donner le meilleur de moi-même...*

*Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à mon co-directeur de thèse, Monsieur **François Laurent**, Maître de conférences à l'Université du Maine, pour son soutien et ses connaissances, ses conseils avisés et sa relecture rigoureuse.*

*Mes remerciements vont également à l'ensemble des membres du jury, qui malgré des emplois du temps respectifs bien chargés, ont accepté de prendre le temps de lire et de juger mon travail ; je remercie donc sincèrement **Laurent Polidori, Laurent Schmitt, Yamna Djellouli et Marie-Anne Germaine**, de s'être intéressé à mes recherches.*

*Je tiens à remercier le directeur du laboratoire ESO Le Mans qui m'a accueilli et permis de réaliser ma thèse dans des conditions de travail idéales. Ces cinq années de thèse resteront inoubliables à bien des égards, en particulier du fait des nombreuses heures passées au laboratoire ESO Le Mans. Ce travail doit beaucoup au laboratoire de géographie de l'université du Maine et à tous ses membres, personnels et enseignants. Le sentiment de faire partie d'une équipe a été indispensable à la conduite de la recherche. Je remercie l'ensemble des membres du laboratoire ESO Le Mans, en particulier, **François Messner** qui m'a fait bénéficier de son savoir-faire précieux et de son aide permanente dans le SIG et la télédétection. Merci aux personnels de l'Ecole Doctorale et du CNRS pour leur professionnalisme et leur disponibilité.*

*Mes remerciements vont également à mon pays, la **République Arabe Syrienne**, qui m'a permis de terminer cette recherche, en me fournissant la bourse d'étude et les ressources nécessaires à la réalisation de ma thèse à l'université du Maine.*

*Enfin, un grand merci à toute ma famille pour votre appui et les encouragements depuis tant d'années. Un chaleureux merci à ma **Mère** pour son amour et pour m'avoir toujours appuyé et exhorté dans mes études et mes projets. Je ne saurais assez remercier tous mes proches, d'avoir cru en moi tout au long de ma thèse et de mon parcours universitaire...un immense merci pour vos encouragements, votre confiance et votre affection... si je suis arrivée au bout c'est aussi grâce à vous.*

*Il y a une personne de très grande importance dans ma vie, qui m'accompagne et qui me soutient tout le temps par la force et l'énergie. Il s'agit de ma petite fille **Haya** qui, en partageant ma vie depuis trois ans, a également partagé ma thèse.*

*Enfin, je dédie cette thèse à la mémoire de mon **Père**. Ma reconnaissance est très grande Et comment pourrait-il en être autrement ? Ce que vous avez fait pour moi est merveilleux. Infiniment redevable, je vous remercie.*

*Je remercie toutes les personnes qui m'ont permis d'aller au bout de ce travail et je présente mes excuses à toutes celles que je pourrais oublier de citer dans ces quelques lignes.*

**Décembre 2012**



## Listes des sigles et abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales  
AFC : Analyse Factorielle des Correspondances  
BV : Bassin Versant  
CAH : Classifications Ascendantes Hiérarchiques  
CAUE : Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement  
Certu : Centre d'Étude sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions publiques  
CG : Conseil Général  
CLC : Corine Land Cover  
DIREN : Direction régionale de l'Environnement  
ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus  
EU : Indicateur d'Emprise Urbaine  
FV : Fond de vallée  
GLCF: Global Land Cover Facility  
GPS: Global Positioning System  
IC EU : Indicateur de Contraste d'Emprise Urbaine  
IC IPC : Indicateur de Contraste du Ratio Prairies/Cultures  
IC TB : Indicateur de Contraste du Taux de Boisement  
IDB : Indicateur de Dispersion des Bâts  
IDF : Indicateur de Dispersion des Forêts  
IFEN : Institut Français de l'Environnement  
IFN : Inventaire Forestier National  
IGN : Institut Géographique National  
IPC : Indicateur du Ratio Prairies /Cultures  
ISCP : Indicateur Synthétique de Contraste Paysager  
MNT : Modèle Numérique de Terrain  
NDVI: Normalized Difference Vegetation Index  
OIF: Optimum Index Factor  
PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation  
QUAC: Quick Atmospheric Correction  
RGA : Recensement Général Agricole  
RGP : Recensement Général de la Population  
SAA: Statistique Agricole Annuelle  
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
SAU : Surface agricole utile  
SCOT : Schéma de cohérence territoriale  
SEGESA : Société d'Etudes Géographiques, Economiques et Sociologiques Appliquées  
SIG : Système d'Information Géographique  
STH : Surface Toujours en Herbe  
T : Tronçon  
TB : Indicateur de Taux de Boisement  
ThéMA : Théoriser et Modéliser pour Aménager  
TM: Thematic Mapper  
TPI: Topographic Position Index  
USGS: United States Geological Survey  
UTM: Universal Transverse Mercator  
V : Versants  
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique  
ZT : Zone Tampon (ou zone environnante)

## Sommaire

Remerciements -----	3
Listes des sigles et abréviations -----	5
Sommaire-----	6
<b>Introduction générale -----</b>	<b>7</b>
<b><u>Partie I : Conception de l'approche du paysage-----</u></b>	<b>12</b>
Chapitre 1 : Approche conceptuelle du paysage -----	13
Chapitre 2 : Présentation du bassin versant de la Maine-----	34
<b><u>Partie II : Caractérisation des paysages de vallées du bassin versant de la Maine-----</u></b>	<b>68</b>
Chapitre 3 : Méthode multiscalaire pour caractériser les vallées, étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes-----	71
Chapitre 4 : La caractérisation des paysages de vallées (Approche morphologique) -----	93
Chapitre 5 : La caractérisation du paysage des vallées (Approche de couverture du sol)-----	107
Chapitre 6 : Réalisation d'une typologie des fonds de vallées et des versants-----	157
<b><u>Partie III: Résultats de l'application de la typologie aux vallées du bassin de la Maine</u></b>	
<b><u>Caractérisation les entités paysagères -----</u></b>	<b>182</b>
Chapitre 7 : Caractérisation les entités paysagères des vallées du bassin versant de la Maine -----	182
<b><u>Partie IV: Analyse diachronique et identification des enjeux des paysages des vallées</u></b>	<b>346</b>
Chapitre 8 : Approche de la dynamique du paysage et cartographie des changements des paysages du bassin versant de la Maine-----	348
Chapitre 9 : Réalisation une typologie des paysages de vallées de 1984 -----	394
Chapitre 10 : La modification des paysages de vallée ; étude diachronique -----	413
<b>Conclusion générale -----</b>	<b>479</b>



## **Introduction générale**

### **Cadre général**

Les vallées constituent des espaces qui concentrent de nombreuses activités humaines. Espaces à forts enjeux et soumis à de fortes pressions, les vallées nécessitent d'être analysées en tant qu'entités spécifiques à des échelles adaptées aux problèmes de gestion auxquels elles sont confrontées. Une des échelles pertinentes est l'échelle du paysage qui présente un certain niveau d'interaction entre les composants physiques et humaines. Cependant, les vallées sont peu étudiées en tant que telles dans la plupart des études paysagères. Les atlas des paysages conçus par département ou par région ne laissent de place qu'aux plus grandes vallées. Les plus petites sont peu analysées. Cette thèse se propose d'étudier leurs spécificités et leurs dynamiques de vallées environnant des cours d'eau de différents ordres.

Les développements mécaniques et les mutations structurelles apparues dans notre société ces dernières décennies ont entraîné une modification accélérée des paysages de vallée. Elles sont inscrites en particulier dans les modes d'utilisation du sol. Les pressions anthropiques sont fortes autour des villes où les effets de l'urbanisation dissolvent progressivement le caractère rural des vallées et entraînent des modifications de paysage. Dans les secteurs agricoles, la mutation dans les pratiques agricoles transforme également le milieu, dans les vallées de l'ouest de la France la céréaliculture intensive et le boisement se développent largement et transforment ainsi leurs paysages. L'identification des enjeux liés aux paysages de vallées est une question importante dans des régions où prédominent les reliefs de dissection comme c'est le cas de l'ouest de la France. Ce travail de recherche permet de répondre à des questions liées à la dynamique des paysages de vallée du bassin de la Maine (qui présente une diversité illustrant des contextes fréquemment rencontrés dans l'ouest de la France) : En quoi les vallées se singularisent par rapport aux zones qui les environnent ? Les paysages de vallées se sont-ils diversifiés au fil du temps ou au contraire assiste-t-on à leur homogénéisation ? Quelle est l'empreinte des multiples pressions auxquelles ils sont soumis ? Quelle en est la variabilité spatiale ?

La plupart des études utilisent des descripteurs qualitatifs pour traduire les composantes des paysages. Leur caractérisation par des indicateurs quantitatifs est peu utilisée (Luginbühl, 2002). La disponibilité des informations sur l'environnement naturel et culturel s'est considérablement accrue ces dernières années, témoignant d'un souci croissant pour la gestion du territoire (Maguire et al., 1991; Burrough et McDonnell, 1998). Ainsi, les outils géomatiques et l'analyse de données satellitaires sont progressivement mis en œuvre dans les études de paysages. Les systèmes d'information géographique (SIG) sont apparus comme un moyen efficace d'intégrer et de mettre en relation différentes sources de données par le biais de la référence spatiale (Maguire et al., 1991). Les capacités analytiques des SIG peuvent être exploitées efficacement dans le domaine de l'analyse paysagère (Joliveau, 2003) et la mise en évidence les composantes paysagères (Chételat, 2005). De plus, la télédétection est une source importante qui permet d'obtenir des informations sur des objets en recueillant et en analysant des données sans contact direct entre l'instrument utilisé et l'objet analysé (Bonn et Rochon 1992). La télédétection satellitaire vise à connaître le plus précisément possible l'état d'un espace donné (Puech, 1993). La télédétection peut être utile pour représenter et suivre l'évolution des paysages (Teodoreanu-Niculescu, 2002). Dans ce contexte, nous tentons de répondre à des questions liées à l'utilisation des outils géomatiques dans la caractérisation des paysages de vallées : comment peut-on représenter le paysage par les outils géomatiques ?

Comment identifier et quantifier le changement spatio-temporel de paysages de vallées à partir des données satellites ? Est-ce que les images satellitaires de Landsat ont la potentialité de révéler des changements précis des paysages de vallées ?

### **Objectifs de la recherche**

La présente recherche a pour objectif de proposer une démarche formalisée de caractérisation du paysage qui repose sur l'utilisation des outils géomatiques. Il existe un réel besoin de méthodes et d'outils pour mieux prendre en compte le paysage.

- Le premier objectif consiste à décrire et caractériser les paysages de vallées. Il s'agit d'identifier ce qui fait le paysage d'une vallée. Une réflexion méthodologique dans ce sens s'avère indispensable afin de mettre comprendre l'état actuel des paysages de vallées. Il s'agit de proposer une méthodologie multiscalaire de diagnostic des paysages de vallées à l'aide des SIG de la télédétection pour construire des types de vallées. Cette typologie exploite les liens entre les types morphologiques et les modes d'occupation du sol ; elle mesure également la diversité et la singularité des vallées par rapport aux paysages environnants.
- Le second objectif vise à identifier des changements et des transformations des paysages. Il s'agit de déterminer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement des vallées, par exemple l'urbanisation, les activités agricoles, les boisements...etc. Ces changements seront identifiés sur une durée de 20 ans environ entre 1984 et 2003 à partir des images satellites (Landsat). Une chaîne d'indicateurs de changement sera mise en place pour mesurer les évolutions de manière quantitative. Il ne s'agit pas d'envisager les relations entre des hommes et leurs paysages mais de rendre compte de l'évolution de l'état des formes des paysages de vallées.
- Le troisième objectif est de construire une base de référence des espaces de vallées, de rechercher des indicateurs adaptés pour caractériser les paysages de vallées et aussi de mettre d'exploiter la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) pour caractériser de ces espaces. Pour mener ce projet, la démarche retenue est à la détermination de l'état des lieux du paysage actuel et la mise en évidence des atouts et des contraintes. Enfin, Il ne s'agit pas d'appréhender le paysage de vallée par une approche subjective mais de rendre compte de l'état des formes du paysage de vallées en travers d'une approche objective (matérielle).



## Démarche de la recherche

La caractérisation des paysages de vallées exige de mettre en place une méthodologie pour construire des bases de données rendant compte de l'état actuel des paysages (Luginbühl, 1994). L'évaluation du paysage repose sur la méthode de la lecture de paysage, la méthode de la représentation des composantes du paysage et ainsi sur les outils et la disponibilité des données. Le diagnostic de territoire est souvent une phase essentielle dans l'étude du paysage, que ce soit dans les politiques publiques, dans la valorisation du patrimoine naturel, culturel et historique, dans la planification urbaine, dans l'amélioration de la qualité et de la diversité de l'habitat ou encore dans les problèmes de transport (Certu, 2003). Le diagnostic de territoire doit servir de base à l'évaluation des contraintes morphologiques et hydrologiques et des enjeux paysagers qui pèsent sur les modes de production responsables de ces paysages (Germaine, 2009). L'état des lieux est une étape nécessaire qui permet la formulation d'un jugement sur la cohérence du territoire (Lardon et Piveteau, 2005) et accompagne un changement dans le comportement des acteurs et dans les transformations de l'espace, dans une perspective de développement territorial (Piveteau et Lardon, 2002). Chaque paysage se traduit par ses composantes objectives et subjectives. Dans notre travail, la reconnaissance des vallées s'appuie sur la réalisation d'un diagnostic basé seulement sur des composantes objectives (matérielles) du paysage. Pour évaluer l'état du lieu d'un secteur de vallée, il faut répondre en premier lieu à la question suivante : A quel type de vallée appartient-il ? En effet, on constate qu'une vallée évolue de l'amont vers l'aval (élargissement du lit, diminution de la pente longitudinale etc...). La géologie, les formes du relief, le climat et les modes d'occupation du sol génèrent différents types de vallées. Afin de réaliser un diagnostic de l'état actuel des paysages de vallées, une méthodologie, inspirée des travaux de M.A. Germaine (2007, 2008 et 2009) est développée, elle repose sur deux approches utilisées classiquement en géographie dans le cadre d'analyse paysagères (Wieber 1980, Deffontaines 1986, Bontron et al. 1991, Joliveau 2004) :

- Une approche morphologique (Brierley et al. 2006, Prima et al. 2006, Fisher et al. 2004) basée sur les caractéristiques du relief et les caractéristiques morphologiques qui expriment la composante essentielle de la réalité paysagère ;
- Une approche d'occupation du sol qui révèle la structure du paysage (Fisher et al. 2004, Brierley et al. 2006) et l'organisation des couvertures du sol dans le paysage (Hubert-Moy et al. 2003, Hubert-Moy 2004, Ducrot 2005). Cette approche permet de rendre compte de la distribution des classes d'occupation du sol et de leur organisation spatiale.

L'approche morphologique permet d'appréhender la structure du paysage. La mise en place de cette approche à caractère reproductible (Germaine, 2009) permet dans un premier temps d'extraire les limites de l'objet (vallée) à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) au pas de 50m, puis de distinguer les grandes formes de vallées à partir des variables morphométriques. Il s'agit d'appréhender le paysage non seulement sous une approche morphologique mais aussi à travers l'analyse des modes d'occupation du sol.

L'approche des couvertures du sol permet de produire une cartographie de l'occupation du sol par traitement des images (scènes issues du capteur Landsat), puis de mesurer la diversité interne des vallées à l'échelle du tronçon et de rendre compte de sa singularité par rapport au milieu dans lequel il s'insère (Germaine, 2009), à partir des descripteurs paysagers extraits de la cartographie des occupations du sol.

Afin d'étudier les changements dans les vallées du bassin versant de la Maine, il faut d'abord, réaliser une typologie qui vise les variables morphométriques et les indicateurs des occupations du sol. On dégage ainsi des types de vallées à l'échelle d'un bassin versant. Une seconde typologie combine les deux approches, morphologique et occupation du sol.

D'autre part, pour étudier les dynamiques et les enjeux des paysages de vallées, une cartographie multidade sera conduite à l'échelle du bassin versant à partir des images satellites (Landsat), elle permettra de définir les évolutions qui touchent les paysages de vallées. La détection des changements sera mesurée entre 1984 et 2003 à plusieurs niveaux : bassin entier, sous bassins et vallées. Enfin, nous définirons les enjeux des paysages de vallée qui concernent l'urbanisation, les pratiques agricoles et les boisements.

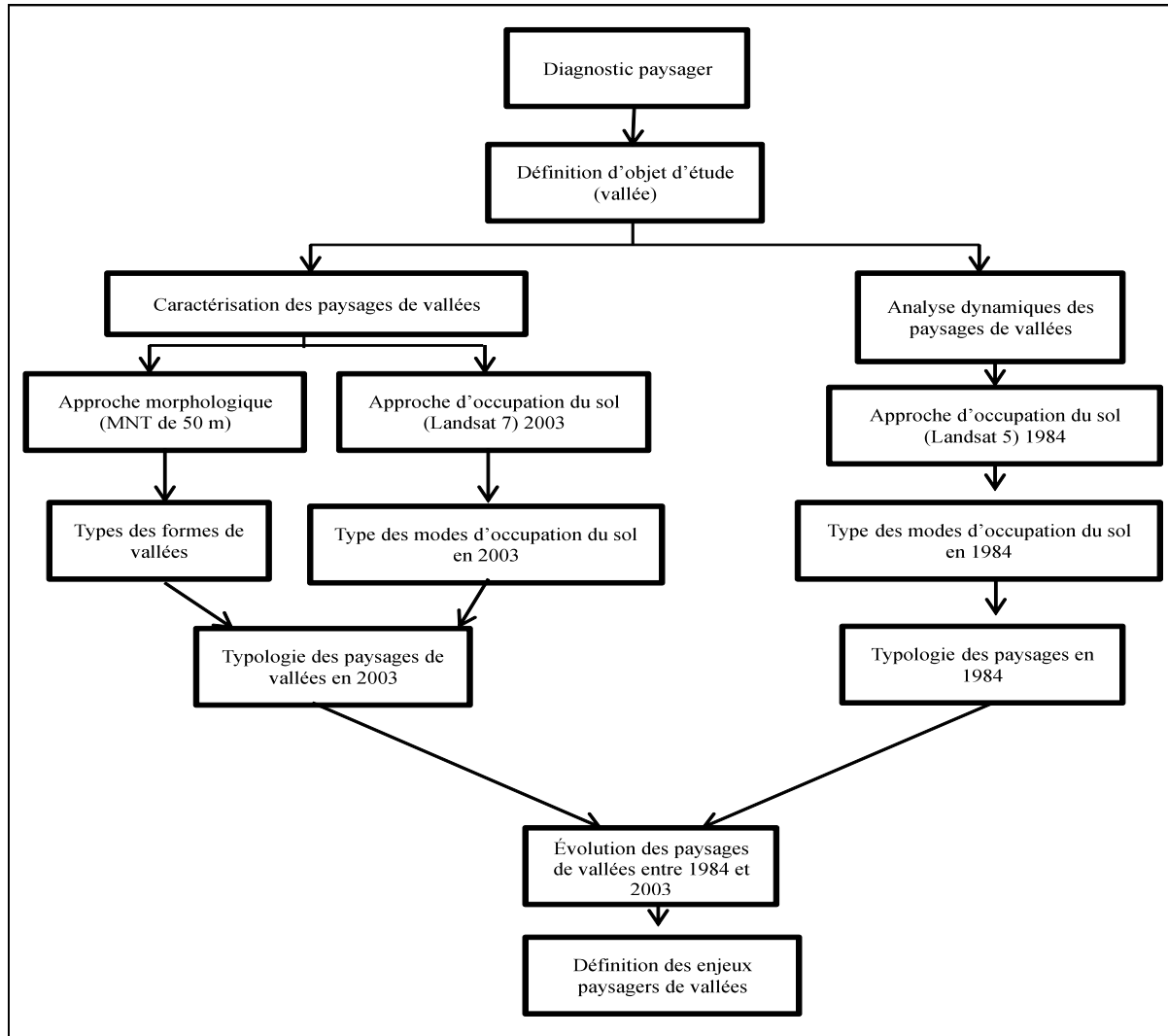


Figure 1.1- Démarche de recherche.

## Plan de la thèse

La thèse comporte quatre parties :

La première partie est consacrée, en premier lieu, à la présentation théorique de la démarche de diagnostic, des méthodes de caractérisation des paysages et à ses applications à une étude de cas. Située tout en amont de la recherche, la construction d'un cadre théorique, fondée sur une revue de la littérature existante, amène des éléments de définition des concepts des paysages. Comme l'idée de départ est de proposer une démarche pour caractériser le paysage qui repose sur l'utilisation des outils géomatiques, le chapitre 1 vise d'abord à clarifier le concept de paysage au plan théorique. Il s'agit de présenter des objectifs généraux du diagnostic et de faire ressortir les difficultés liées à sa mise en œuvre. Une présentation générale de chaque approche paysagère et des indicateurs associés permet ensuite de proposer

une méthodologie de caractérisation des paysages. Des choix à la fois conceptuels et méthodologiques sont ensuite opérés sur cette base pour permettre de formaliser une démarche de diagnostic paysager. Cette dernière est ensuite appliquée au cas des paysages de vallées du bassin versant de la Maine. Ensuite, le deuxième objectif de chapitre 1 est de montrer l'importance des espaces de vallées et de mettre en évidence leur particularité par rapport aux zones environnantes. L'objectif est de révéler les enjeux paysagers, puisque les vallées sont des zones attractives pour de multiples activités et aménagements. Puis, le troisième objectif de la première partie est de montrer l'intérêt des outils géomatiques dans l'analyse des paysages et de leurs dynamiques. L'intégration des informations issues de la télédétection et d'autres sources dans un SIG conduit à mettre en place un diagnostic efficace de paysage (Robin et Gourmelon, 2005). Enfin, le chapitre 2 présente les caractéristiques générales de l'espace d'étude, à savoir le bassin versant de la Maine et les vallées qui le parcourent.

La deuxième partie de ce travail est consacrée à l'application de la démarche adoptée pour la caractérisation des paysages et la construction d'une typologie des vallées du bassin versant de la Maine (chapitres 3 à 6). Cette démarche s'inscrit dans une optique multiscalaire, prenant en considération différentes échelles (fond, versant et vallée entière). Dans un premier temps, les étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes sont exposées (chapitre 3). Puis, sont présentées les données et méthodes utilisées pour extraire les facteurs morphologiques et les variables d'occupation du sol qui construisent la typologie des paysages de vallée (fond et versants) (chapitres 4 et 5). Enfin, une typologie est construite à l'échelle du fond de vallées et des versants (chapitre 6).

La troisième partie de ce travail est consacrée à la présentation des résultats de l'application de la typologie aux vallées du bassin de la Maine et la diversité des paysages de vallées sera analysée (chapitre 7).

La quatrième partie de ce travail s'appuie sur l'analyse diachronique des différents états des paysages de vallées. L'objectif est de montrer les dynamiques spatiales qui régissent l'évolution des paysages de vallées du bassin versant de la Maine (chapitres 8 à 10). Il s'agit d'abord d'identifier les méthodes et démarches permettant de repérer les dynamiques qui animent les paysages de vallées. Les modes successifs d'occupation du sol sont cartographiés aux trois niveaux de référence (bassin entier, sous bassin et vallée). Des outils sont mis en place pour comparer les degrés de changement entre les sous bassins versants (chapitre 8). Les modes d'occupation du sol sont ensuite associés aux indicateurs de morphologies pour produire une typologie finale synthétique (chapitre 9) permettant d'exprimer les paysages de vallées et d'identifier des enjeux liés aux activités agricoles, aux boisements et à l'urbanisation à l'échelle du bassin versant et de la vallée (fond et versant) (chapitre 10).

### **Justification du choix du cas d'étude**

Les vallées du bassin versant de la Maine ont été choisies comme cas d'étude pour appliquer la démarche de caractérisation paysagère développée dans cette recherche. Ce territoire comprend un milieu diversifié, mais fragile, ainsi que des activités primaires et secondaires traditionnelles en pleine mutation. Cette conjonction particulière d'éléments en fait un paysage anthropisé caractéristique, actuellement en transition. Le choix du type d'espace (vallées principales et secondaires) repose sur plusieurs problématiques puisque les vallées, en dehors des axes principaux comme celle de la Loire ou de la Seine, s'imposent de plus en plus comme des paysages à part entière pour les gestionnaires (Inventaire des paysages de Poitou-Charentes, 1999 ; Atlas des paysages de Wallonie, 2004), mais elles sont encore peu étudiées (Dupuis et Fischesser, 1997).

## **Partie I : Conception de l'approche du paysage**

Cette partie comprend deux chapitres qui ont pour objectif de mettre en place le cadre de l'étude :

- Le cadre conceptuel est présenté dans le chapitre 1 intitulé : Approche conceptuelle du paysage (Méthode d'analyse, importance des vallées et des outils géomatiques)
- Le cadre spatial ou terrain d'étude de la thèse, est présenté dans le chapitre 2 ; il s'agit du bassin de la Maine dont la superficie est de 22000 Km<sup>2</sup>.

**Chapitre 1 : Approche conceptuelle du paysage**  
**(Méthode d'analyse, importance des vallées et des outils géomatiques)**

## Introduction du Chapitre 1

La définition du concept dépend de la discipline, des objectifs et de la problématique de chaque étude. Un paysage est déterminé par les interactions de ses composants physiques et humaines. L'évaluation du paysage repose sur la méthode de lecture, la méthode de la représentation des composantes du paysage et ainsi sur les outils et la disponibilité des données. Une présentation générale du paysage permet de construire une base théorique qui contribue à comprendre son contexte et justifie la démarche méthodologique choisie. Le diagnostic du paysage est une phase complexe qui permet de caractériser les composantes du paysage et leur évolution au travers des différents inducteurs paysagers, afin de pouvoir ensuite définir les enjeux paysagers.

Ce chapitre vise, dans le premier temps, à clarifier le concept de paysage et à dresser un cadre théorique. Il s'agit de présenter les différents types de diagnostics au travers des approches de paysage. Une présentation générale de chaque approche et de ses indicateurs permet ensuite de proposer une méthodologie de caractérisation des paysages.

### 1.1. Concept de paysage

Le paysage est encore difficile à appréhender, du fait des nombreux facteurs qui affectent sa composition. La Convention européenne du paysage (2000) définit le paysage comme « *une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations* ». Pour la plupart des géographes, le paysage est le résultat de l'interaction entre l'environnement et l'homme (Berque, 1991). En ce sens, le paysage se compose des éléments naturels et culturels (Bertrand 1992), entre les deux, la vision de l'observateur joue un rôle important dans la description de ces éléments. Le paysage n'est pas seulement une composante physique, mais est également un produit de l'interaction l'homme avec le milieu environnant (Joliveau, 1994). Cette interaction présente non seulement des composantes physiques mais aussi sociales (Bertrand 1992). Les géographes ont d'ailleurs tendance à décrire les paysages au travers des composantes naturelles et socio-économiques, alors que les sociologues ont tendance à étudier les relations entre l'homme et la nature (Berque, 1991). En effet, la prise en compte du paysage en une seule dimension ne permet pas de traduire toute sa réalité. Il est indispensable quand on veut décrire le paysage d'associer les caractères de paysages avec le regard de l'observateur (Joliveau, 1994).

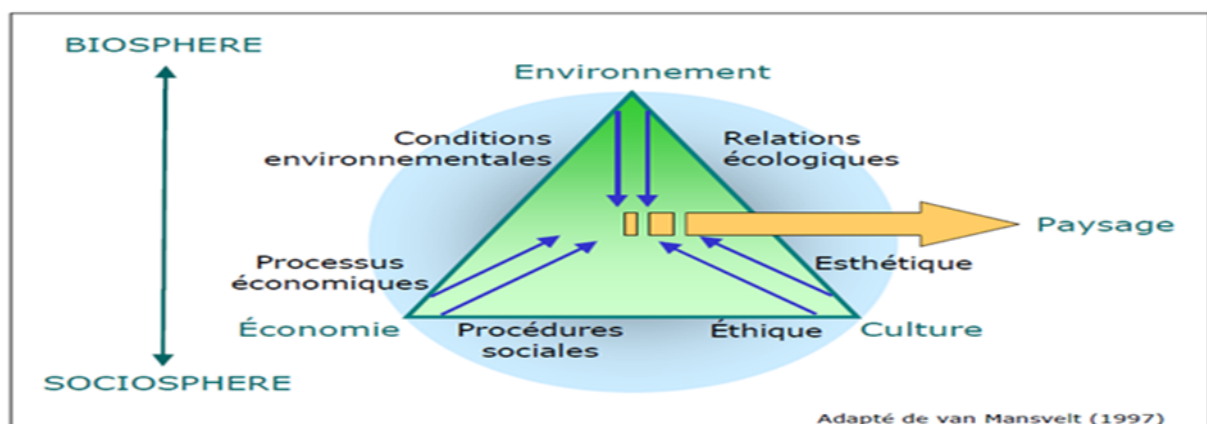


Figure 1.2- Le paysage à l'interface des pôles environnementaux, économiques et culturels (adapté de Mansvelt, 1997 et Chételat, 2005).

Aujourd'hui, on peut établir une distinction entre les concepts les plus importants du paysage selon des domaines de connaissance portant sur ce contexte, selon les écoles et selon l'utilisation qui en est faite (Rougerie et Béroutchachvili, 1991). Le paysage est un produit basé sur des oppositions essentielles entre objectivité et subjectivité (Regazzola, 1993). Le paysage est composé de structures, de fonctions et de relations dialectiques, il est formé d'éléments naturels et culturels (Bertrand, 1978a). Tout lieu peut être considéré comme un paysage (Gorgeu et Jenkins, 1995), dont chaque site a une valeur distincte (Lewis, in: Meinig, 1979). En ce qui concerne l'observateur, la lecture du paysage s'appuie sur son expérience (Gorgeu et Jenkins, 1995) et les références spatiales et temporelles qu'il possède (Ambroise et al. 2000). L'observateur s'appuie sur son expérience et sur des sources d'information, telles que des cartes ou des photographies aériennes, dans la réalisation d'une vision globale du paysage (Rougerie et Béroutchachvili, 1991 ; Gorgeu et Jenkins, 1995). Le paysage constitue une interface entre le matériel (objet) et le sujet (Bertrand, 1978). Enfin, le paysage peut être considéré comme une unité du traitement dans l'étude géomatique, par exemple pour la représentation du paysage et la cartographie des changements ou l'étude de l'organisation des objets du paysage (Joliveau, 1994 ; Gautier, 1995 ; Roger, 1997).

L'ensemble des concepts de paysage soulevés ci-dessus témoigne de la complexité du terme de paysage. Le paysage n'a pas une seule dimension (Roger, 1997), mais il est le résultat des multiples dimensions (Rivard, 2008) (Figure 1.3).

Dans notre travail et selon Bertrand (1978), le paysage constitue une interface entre le matériel (objet) et le sujet. Nous représentons seulement le paysage à travers ses composants matériels parce que l'objectif principal de cette thèse est de décrire les caractères physiques du paysage et seule une partie des dimensions du paysage seront appréhendées.

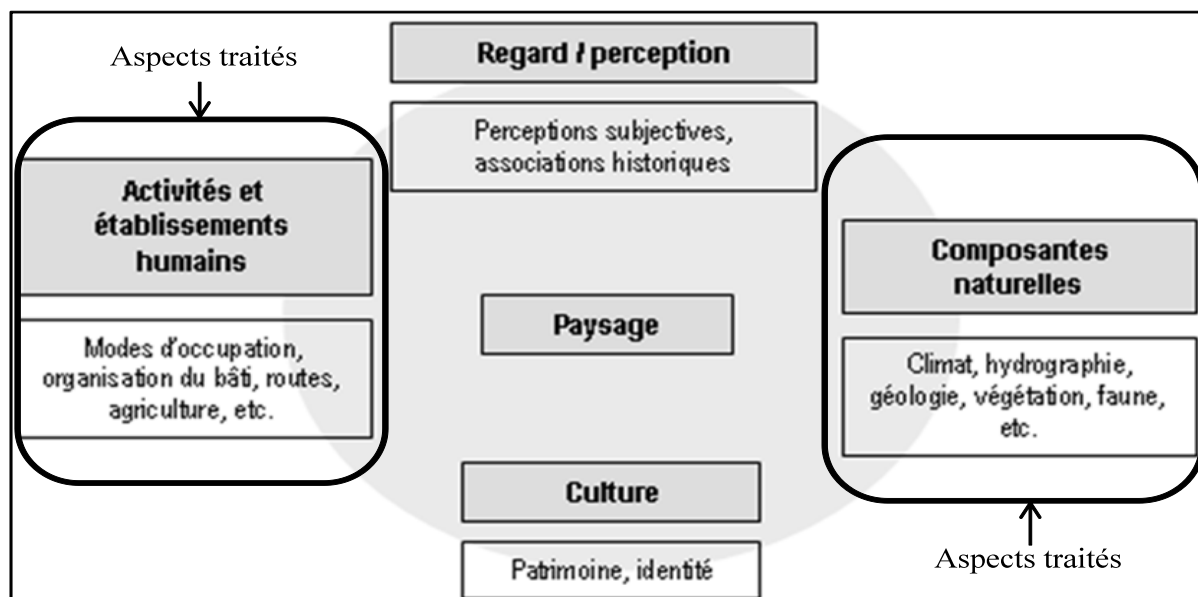


Figure 1.3- Dimensions multiples du paysage (Source : Rivard, 2008).

## 1.2. Méthodes des approches paysagères

Chaque paysage se compose d'éléments physiques (relief, géologie, climat, sol, eau...) ou socio-économiques (approche matérielle) et des relations des hommes avec ces éléments (approche subjective) (Avocat, 1983). Les écoles françaises étudient le paysage au travers d'une approche objective (nature, morphologie, hydrologie,...), tandis que les écoles anglo-saxonnes sont plus concentrées sur l'approche subjective que sur l'approche matérielle (perception subjective, notion de patrimoine paysager...) (Rimbert, 1973 ; Pitte, 1994).



Parmi les approches d'analyse du paysage, les approches liées la perception du paysage visent à évaluer le paysage en termes d'architecture et d'aspects visuels. Elles reposent sur l'extraction d'indicateurs qui se fondent sur l'analyse esthétique et visuelle, , par exemple l'analyse de vue (Fischesser, 1993). Ainsi, cette approche permet de montrer la façon de décrire le paysage en tant que spectacle ou scène et son impact sur le spectateur.

- D'une côté, le paysage peut être étudié au travers de l'analyse de l'organisation des objets qui le composent (Turner et Gardner, 1991 ; Burel et Baudry 1999). Cette approche concerne le domaine de l'écologie du paysage. Elle vise à identifier les fonctions écologiques du paysage au travers d'indices qui prennent en compte les caractéristiques morphologiques des objets du paysage et analysent la distribution des unités d'occupation du sol dans l'espace. Ce modèle d'analyse du paysage est basé uniquement sur la dimension objective (matérielle) pour l'appréciation du paysage et ne prend pas en compte la dimension subjective (individu).
- D'un autre côté, le paysage peut être analysé de manière subjective (paysage-sujet) qui s'intéresse au rôle des individus dans la perception du paysage (Gamache et al., 2004), en prenant en compte la représentation sociale et culturelle du milieu. Cette approche s'appuie sur le contexte sensible, émotionnel ou mental (Roger, 1994). Le paysage-sujet n'est pas intéressé par la composante objective du paysage qu'il néglige en le réduisant à sa dimension subjective.

Par ailleurs, l'école de Besançon a développé une approche systématique qui regroupe les différentes approches paysagères en un seul système, d'ordre naturel, social, économique, culturel (Figure 1.4). Cette école considère le paysage comme la manifestation visible du territoire. Chaque paysage est un produit des interactions des nombreux domaines. Dans ce système, on peut distinguer quatre sous-systèmes : le premier est appelé « paysage-objet » ou « système producteur » où les composantes physiques sont étudiées au travers d'indicateurs quantitatifs (Bertrand (1978). Le deuxième est le « paysage visible » qui s'intéresse à la portion du paysage qui peut être perçue depuis le point où se situe l'observateur. Le troisième est le « paysage perçu » qui renvoie à la perception du paysage par l'ensemble des observateurs potentiels en s'appuyant sur leur mentalité et leur subjectivité individuelle ou collective. Enfin, le quatrième est « paysage sujet » qui correspond aux relations entre les composantes du paysage et leurs représentations (Gamache et al. 2004).

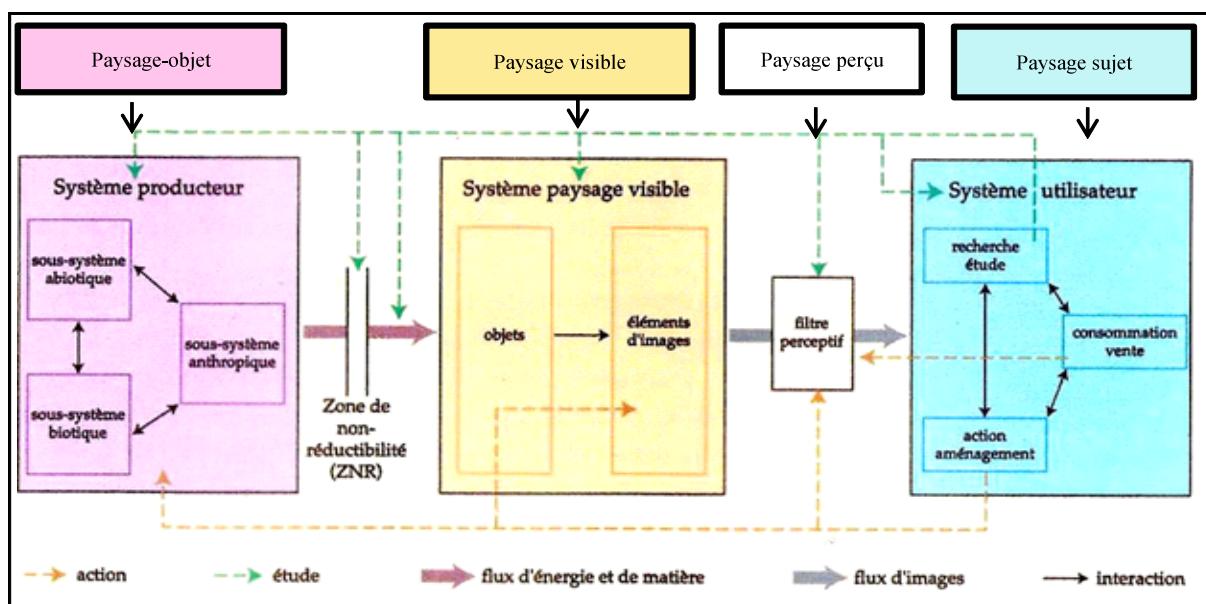


Figure 1.4- Approche systématique du paysage (Source : Ormaux 1999).

L'approche systémique du paysage est profonde et complexe. Pour cela, on présentera les caractéristiques principales de chaque sous-système.

#### **1.2.1. Le système producteur (paysage-objet)**

Le système producteur (Brossard et Wieber, 1984) représente toutes les caractéristiques objectives des paysages. Il considère le paysage comme un objet physique et s'intéresse à la composition physique plus qu'aux aspects sociaux (Gamache et al, 2004). Bertrand (1968) a défini les composantes du paysage-objet par trois grandes catégories fonctionnelles : l'abiotique, le biotique et l'anthropique (Bertrand 1968). Le sous-système abiotique renvoie à des caractéristiques de la nature, tel que le relief, la géomorphologie, le climat ou l'hydrologie. Leur composition et leur structure révèlent l'influence de l'homme, en tant qu'agent du système biotique, dans l'occupation de l'espace. Le sous-système biotique (forêts, agriculture...) s'intéresse à tout vivant qui partage l'espace et interagit avec les composantes naturelles et culturelles. Le sous-système anthropique concerne les activités de l'homme (bâtiments, ouvrages, réseaux).

Les outils géomatiques (SIG et la télédétection) jouent un rôle important pour construire et représenter les éléments du paysage et ses indicateurs.

#### **1.2.2. Le système visible**

Le système visible s'intéresse à la façon de traduire les objets du paysage en image, scène ou carte (Wieber, 1985). Rougerie et Beroutchachvlii (1991) soulignent que *"le paysage est vu du dedans et non pas le dessus, le paysage, celui de la Terre est vu latéralement"*. Ce système vise à traduire les éléments du paysage en signes visuels et perceptibles (Wieber, 1985). Selon Griselin et al. (2003), un paysage est composé des hommes et de l'espace, les individus perçoivent les paysages en images. Chaque point dans l'espace offre des paysages visibles et tous les objets de ce point sont considérés en tant qu'éléments d'images, définies par des lignes, des formes, des couleurs, des textures, apparences qui donnent un habillage aux volumes (Wieber et Brossard 1984 ; Wieber, 1985).

De plus, la représentation des objets spatiaux repose sur les caractéristiques de l'observateur selon son point de vue, son degré de sensibilité, son expérience et ses caractéristiques psychologiques (Griselin et al, 2003). Des outils informatiques et cartographiques (photographies, cartes, SIG, analyse spatiale) aident l'observateur à comprendre l'organisation et la distribution des objets spatiaux du paysage (Brossard et Wieber, 1984 ; Brossard et Joly, 1993 ; Joliveau, 1994). Le travail sur le terrain contribue à enrichir et approfondir les connaissances des objets du paysage visible.

#### **1.2.3. Le paysage perçu**

Le paysage a besoin d'un observateur pour être considéré comme de réalité physique. « *L'espace perçu serait ce qui est vu, entendu, senti dans le cadre de vie ; l'espace vécu et ce qui est utilisé, approprié et ressenti.* » (Bertrand, 1978). Selon Rimbart (1973), « *la notion de paysage dépend avant tout de la façon de la regarder, c'est-à-dire d'appréhender l'espace terrestre* ». L'intervention de l'observateur permet de révéler les caractéristiques objectives et subjectives du paysage. Le paysage est en fait un reflet de ce que regarde l'observateur (Ritter, 1997).

#### **1.2.4. Le système utilisateur**

Ce système permet d'identifier les domaines d'appropriation des paysages par l'individu (Brossard et Wieber, 1984), chaque paysage a une valeur plus ou moins importante pour

l'homme ou la société (Roger 1992). Par exemple, les études sociales s'intéressent aux aspects sociologiques et aux relations de l'homme avec l'environnement qui l'englobe. L'approche objective du paysage est donc moins importante pour ces études. Dans ce sens, la culture, la conscience et l'appartenance sociale d'un observateur apparaissent comme un facteur essentiel dans l'appréciation l'espace (Bertrand, 1978, Rockwell, in: Meyer et Turner, 1994). L'analyse du paysage varie d'un individu à l'autre, en fonction de l'état physique et de des facteurs psychologiques de l'observateur.

#### **1.2.5. Diagnostic paysager**

Le diagnostic d'un paysage permet de connaître les caractéristiques et les fonctionnements des compositions objectives et subjectives du paysage pour évaluer les avantages, les problèmes et les facteurs de force (Roche et Hodel, 2004). Il vise à élaborer une base de connaissance relative à un espace en vue d'aider les aménageurs, les acteurs et les décideurs dans la gestion du territoire. Selon Chételat (2005), plusieurs types de diagnostic ont été définis. Un de ces types qui concerne l'analyse de sensibilité et l'évaluation du paysage (Joliveau et Etlicher, 1998) a pour objectif l'observation et l'appréciation du territoire à partir de l'identification des objets géographiques, des fonctionnements, des problèmes, des points forts et faibles, des modalités d'évolution et des différents utilisateurs (Eckert, 1996 ; Ambroise et al, 2000). D'autres types existent et comprennent l'analyse des conséquences d'une démarche de projet ou bien la réalisation ou l'évaluation de la faisabilité d'un projet planifié (Joliveau, 1994 ; AmUrba, 2003). Il s'agit de mettre en évidence la politique des acteurs dans la gestion du territoire, de répondre aux questions concernant l'efficacité d'un projet achevé, de souligner les problèmes découlant de la mise en œuvre de ce projet (par exemple, analyser les effets de l'étalement urbain sur les surfaces végétales).

Le dernier type de diagnostic vise à identifier les caractéristiques du paysage et à faire émerger une entité intercommunale de gestion (Certu, 2003). Les chartes paysagères présentent ce type de diagnostic. Elles s'intéressent à l'assemblage des acteurs autour d'un problème collectif (Chételat, 2005).

Afin la réalisation d'un diagnostic du territoire passe par plusieurs étapes (Figure 1.5) :

- définition des objectifs (Eckert, 1996) de l'évaluation du paysage, étude des caractéristiques, de l'évolution du paysage et des problèmes associés (Chételat, 2005).
- délimitation de la zone étudiée à savoir l'espace où les démarches de diagnostic sont appliquées.
- collecte de toutes les informations et données concernant la zone d'étude (AmUrba, 2003). Cette étape permet de construire une base d'informations (Gorgeu et Jenkins, 1995; Eckert, 1996 ; ARPE, 2002).
- analyse des données et des informations recueillies pour réaliser le diagnostic.

Il est indispensable pour nous de définir une démarche particulière selon la disponibilité des données, l'objectifs de diagnostic et l'échelle d'étude. Les outils géomatiques jouent un rôle très important dans le traitement et l'analyse des données collectées sur la zone d'étude (Eckert, 1996 ; Joliveau, 1994).

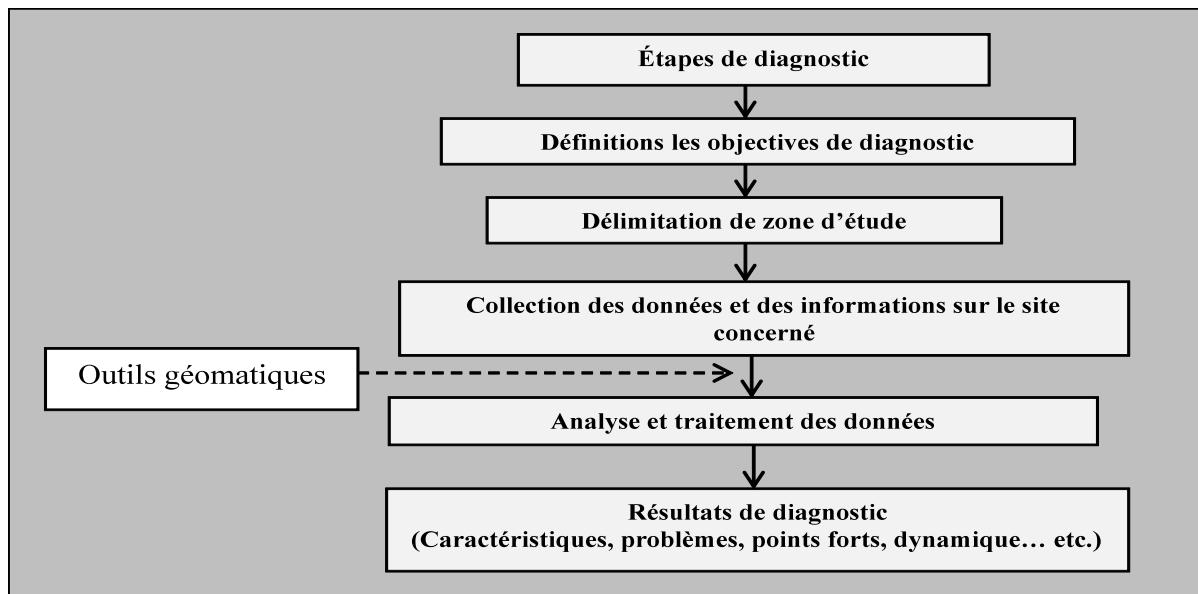


Figure 1.5- Étapes de diagnostic un paysage.

Dans ce travail, on propose un diagnostic de l'état des paysages, à l'échelle de vallées, qui repose sur trois étapes reproductibles (Figure 1.6) :

- Première étape : détermination des caractéristiques des paysages de vallées à l'échelle du bassin versant pour identifier les caractères fondamentaux du paysage. Cette étape est basée sur approche objective. On propose un découpage en entités paysagères fondé sur des ressemblances morphologiques et des types d'occupation du sol en fonctions des indicateurs morphométriques et des indices d'occupation du sol.
- Deuxième étape : construction d'une typologie des paysages de vallées pour dégager les familles de paysages, définition des identités paysagères de chaque entité paysagère (tronçon), analyse de l'ordonnancement des éléments naturels, des formes et de la distribution des classes d'occupation du sol.
- Troisième étape : analyse diachronique des tronçons de vallées pour mettre en évidence les facteurs d'évolution du paysage (changements de pratiques agricoles, développement de l'urbanisation), repérage des tendances d'évolution, des pressions exercées sur le paysage et des problèmes qui en découlent.

La méthode de l'étude prend en compte le couplage entre deux outils : la télédétection qui permet d'analyser la dynamique de vallées par l'analyse d'images satellites multi-dates, le SIG qui permet d'analyser des descripteurs paysagers qui sont définis par l'analyse spatiale et les indices d'écologie spatiale.

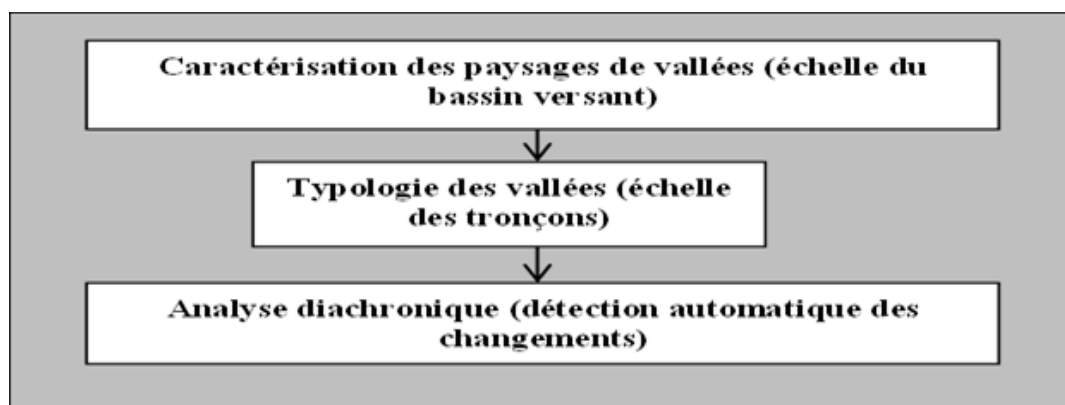


Figure 1.6- Synthèse de démarche générale de recherche.

### 1.3. Méthodes de typologie des paysages

Nous présentons ici les différentes méthodes qui permettent de découper le territoire selon les composantes physiques, agricoles, économiques ou paysagères en fonction des objectifs recherchés. Chaque méthode repose sur un objectif défini, des outils, des données et des échelles. Les méthodes de typologie du territoire sont classées en deux catégories (Figure 1.7). L'approche objective s'appuie sur des indicateurs mesurables pour représenter les éléments des paysages. L'approche subjective s'intéresse à utiliser des données qualitatives par exemple : données géographiques, sociales et esthétiques (Douette, 2001).

#### 1.3.1. Approche subjective ou sensible

Les trois méthodes d'approche subjective analysées ont inspiré la définition de notre méthode d'analyse des paysages de vallées :

- *La carte des grands ensembles paysagers de Bourgogne*

La DIREN Bourgogne a élaborée en 1997 une carte qui présente les grands ensembles paysagers (Figure 1.8). La démarche de la réalisation de cette carte repose sur l'analyse des données physiques (relief, végétation, sol...), et l'interprétation visuelle. Une carte des petites régions naturelles de Bourgogne a été établie à partir du croisement des données physiques et visuelles. L'échelle du travail est de 1/100 000<sup>ème</sup> qui est transcrite au 1/250 000<sup>ème</sup>. Un travail bibliographique a été effectué permettant d'enrichir les connaissances sur la zone d'étude. Une vérification sur le terrain a été menée afin de contrôler les limites des entités paysagères et de définir les sites remarquables. 80 entités ont été définies sur une carte au 1/100 000<sup>ème</sup>, regroupées dans 20 ensembles, déterminés par la combinaison des structures géomorphologiques, l'occupation et l'organisation du territoire. Ces ensembles sont eux-mêmes réunis en 6 systèmes : les systèmes cultivés, les systèmes forestiers, les systèmes de bocage, les systèmes mixtes, les systèmes de vallée alluviale, les systèmes de vignoble (Figure 1.8). Cette méthode est fondée sur une approche subjective multi-descripteurs ; les informations collectées sont de nature qualitative (par exemple : enquête, travail bibliographique...etc.) et les sources d'informations d'origine diverse. Elle permet de constituer une base cartographique de référence contribuant à la gestion du territoire. Cependant, l'utilisation de l'approche subjective comprend des limites importantes. Ainsi, le résultat de cette méthodologie repose sur les choix de l'observateur et les conditions d'observation (par exemple : le degré de concentration et les conditions climatiques...), la différence de la perception d'un paysage d'une personne à une autre. (Douette, 2001).

- *La méthode des atlas de paysages*

Cette méthode a été élaborée par le laboratoire STRATES<sup>1</sup>/CNRS-SEGESA<sup>2</sup> pour la réalisation d'atlas paysagers facilement actualisables, fondée sur une ample mobilisation de données statistiques (RGA, RGP). L'échelle du travail est le territoire régional ou départemental. La démarche repose sur deux étapes : l'identification et la caractérisation des paysages puis l'évaluation des dynamiques des paysages (Luginbühl et al., 1994).

---

<sup>1</sup> Société d'Etudes Géographiques, Economiques et Sociologiques Appliquées, Paris.

<sup>2</sup> Unité de Recherche Associée CNRS, Université de Paris1 Panthéon Sorbonne, Stratégies Territoriales et Dynamiques des Espaces, Paris.

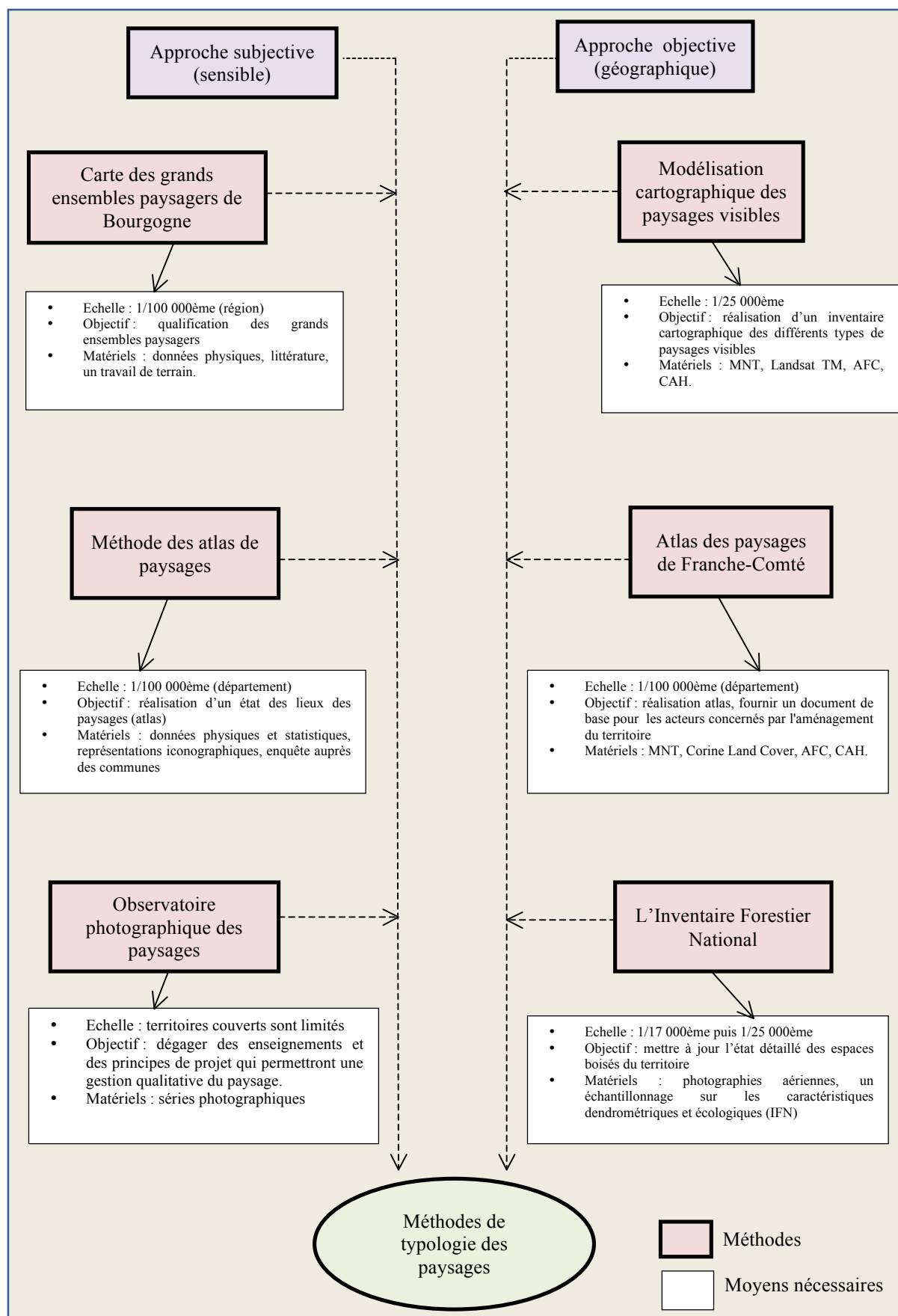


Figure 1.7- Présentation des démarches pour la définition d'une typologie des paysages (adapté de Douette, 2001).

- Première étape :

L'étape d'identification et de caractérisation des paysages vise à découper le paysage en unités paysagères reposant sur une homogénéité des critères géographiques (par exemple : relief, hydrographie, occupation du sol...). Cette étape permet de représenter cartographiquement les éléments paysagers et les modes de leurs associations.

La figure 1.9 montre le découpage des 21 entités paysagères de l'Atlas des paysages de la région nord-pas de Calais. Le travail sur l'échelle départementale (1/100 000) permet d'avoir une information d'une bonne précision.

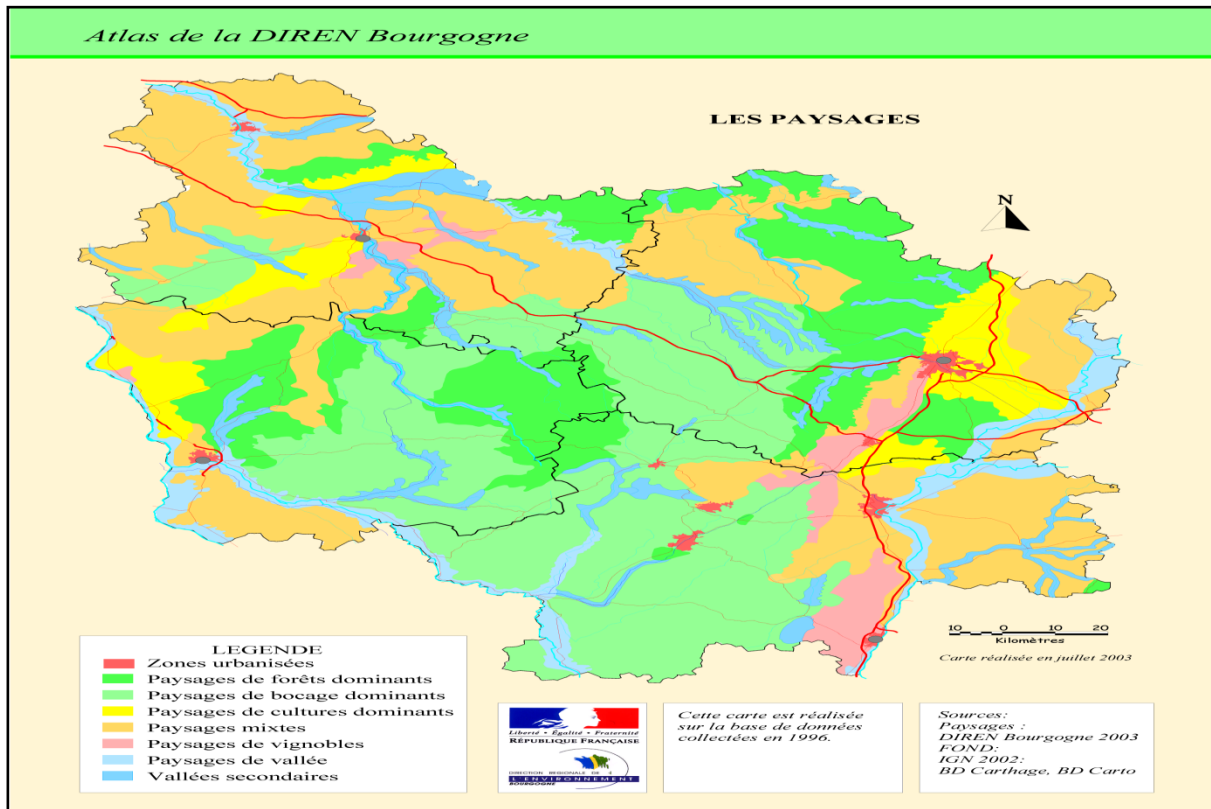


Figure 1.8- Les grands ensembles paysagers de Bourgogne (Source : DIREN Bourgogne, 1997).

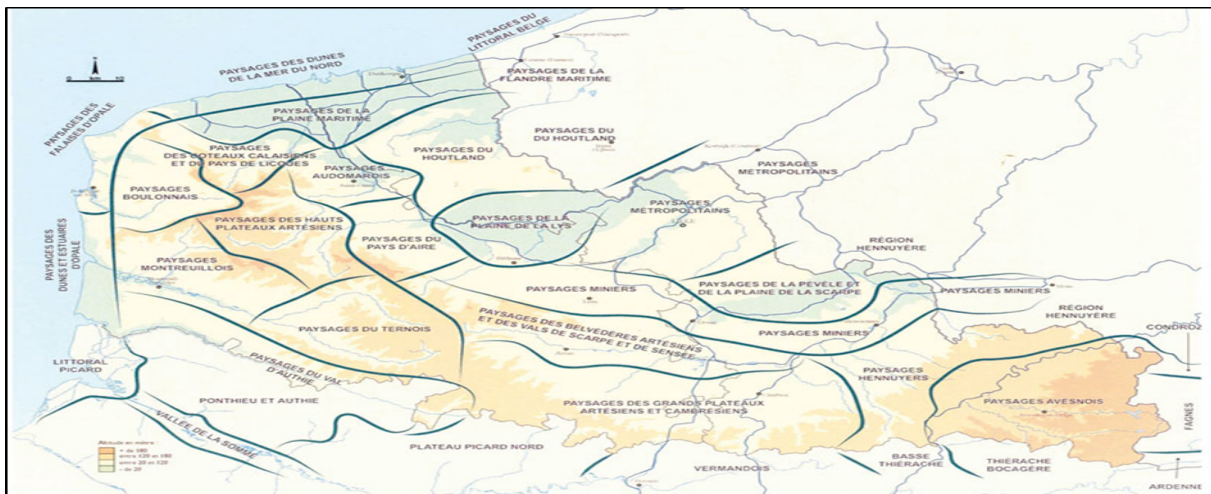


Figure 1.9- Entités paysagères de l'Atlas des paysages de la région nord-pas de Calais (Source: Atlas des Paysages de la région Nord Pas de Calais, 2003).



Le découpage est basé sur le croisement plusieurs approches thématiques ; géographique, représentation des paysages, sentiment d'apparence, paysages ruraux, paysages naturels et paysages urbains (DREAL Nord Pas de Calais, 2005).

Un deuxième exemple de découpage en ensembles paysagers est fourni par l'atlas des paysages du département de la Sarthe (Figure 1.10). Sa réalisation est fondée sur la perception d'ambiances, l'analyse cognitive par le biais d'une approche sensible. L'analyse porte sur des paramètres géographiques (géomorphologie, boisements, trame bocagère, orientations agricoles, matériaux de construction, répartition du bâti, réseaux hydrographiques...etc.). 12 unités paysagères ont été définies (CERESA, 2005).

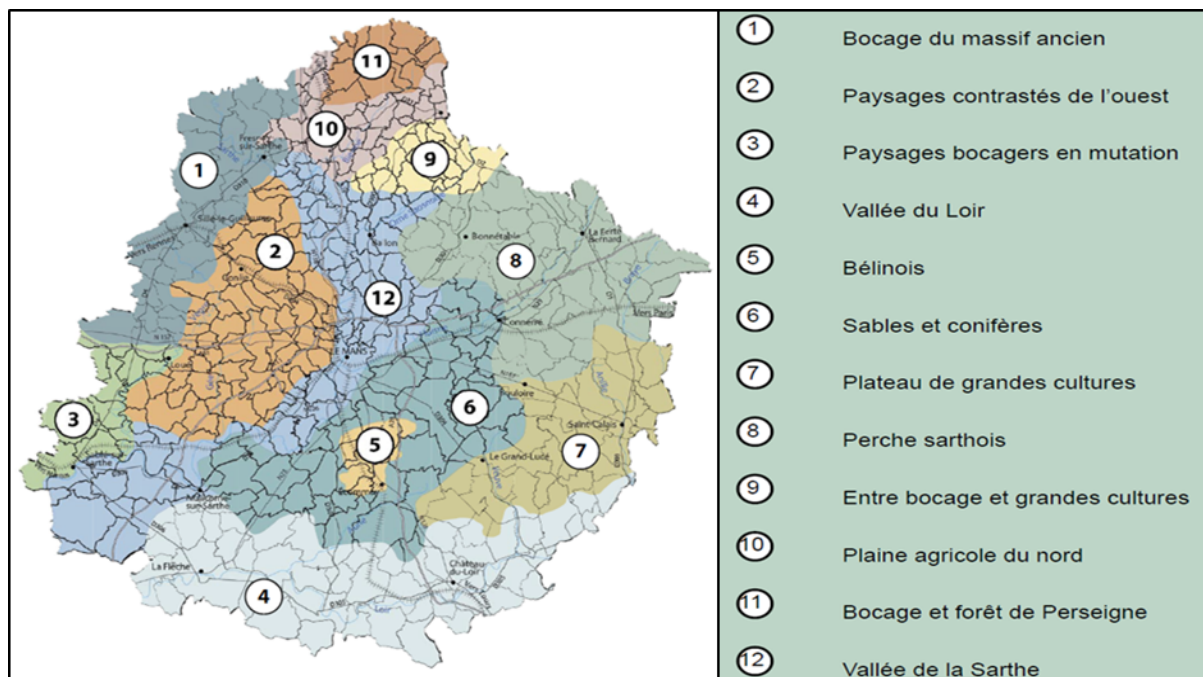


Figure 1.10- Unités paysagères de l'Atlas des paysages de la Sarthe (Source: Atlas des Paysages de Sarthe, Synthèse générale, 2005).

- Deuxième étape :

La deuxième étape dans la réalisation d'atlas de paysages est l'évaluation des dynamiques des paysages. Elle repose sur l'identification des signes visibles d'évolution des paysages (observations sur le terrain), les mises à jour des tendances d'évolution (interprétation des statistiques communales ou cantonales de l'occupation des sols), l'identification des projets individuels et collectifs existants sur les communes (enquête communale) et la vérification et précision des évolutions des paysages (entretiens avec des responsables et techniciens locaux concernés) (Luginbühl, 1994.).

L'intérêt de la réalisation d'atlas de paysages est basé sur l'utilisation des diverses sources d'information : contexte géographique, données statistiques, informations sociales et économiques, enquêtes... qui permettent d'englober toutes les composantes objectives et subjectives des paysages. Ainsi, cette méthode permet d'appréhender l'ensemble de l'espace concerné et de comparer les différences entre les unités paysagères, mais elle ne peut être utilisée sur des territoires étendus pour des raisons de disponibilité de données. Ainsi, l'échelle départementale ou régionale ne permet pas d'analyser tous les éléments paysagers (Douette, 2001).



- *L'observatoire photographique des paysages*

La méthode de l'observation photographique des paysages a été mise en place en 1991 par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Elle vise à établir des séries photographiques pour suivre l'évolution des paysages. Il existe deux types de séries : les séries contemporaines sont celles dont la photographie initiale a été réalisée à cette intention. Les séries rétrospectives sont effectuées à partir de photographies ou de séries photographiques préexistantes.



Figure 1.11- Exemple d'Observatoire photographique des paysages à Plouguenast (Source : itinéraires photographiques Méthode de l'Observatoire photographique du paysage, 2008).

Cette méthode apporte des enseignements importants sur l'évolution de l'occupation et l'utilisation du sol d'un espace, mais elle est contrainte par la petite taille de la zone couverte.

### 1.3.2. Approches objective ou géographiques

Trois méthodes d'approche objective sont analysées :

- *La simulation cartographique des paysages visibles*

La simulation cartographique concerne les questions liées à la représentation cartographique du paysage visible, à travers une démarche de modélisation quantitative. Cette méthode a été mise en place par Vuillod (1994). Elle vise à caractériser le paysage et à restituer l'organisation de cet espace, à travers la composition et la disposition des objets. Elle s'appuie sur trois étapes : une visite virtuelle sur le terrain en chaque point de l'espace pour simuler du panorama réel sur un rayon 3 km, un traitement numérique en utilisant un MNT et des images satellites Landsat TM pour construire de différentes cartes (profondeur, bâti topographique, éléments végétaux), enfin une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (CAH) afin de constituer une typologie factorielle

hiérarchique permettant de réaliser un inventaire cartographique des différentes nuances paysagères (Douette, 2001).

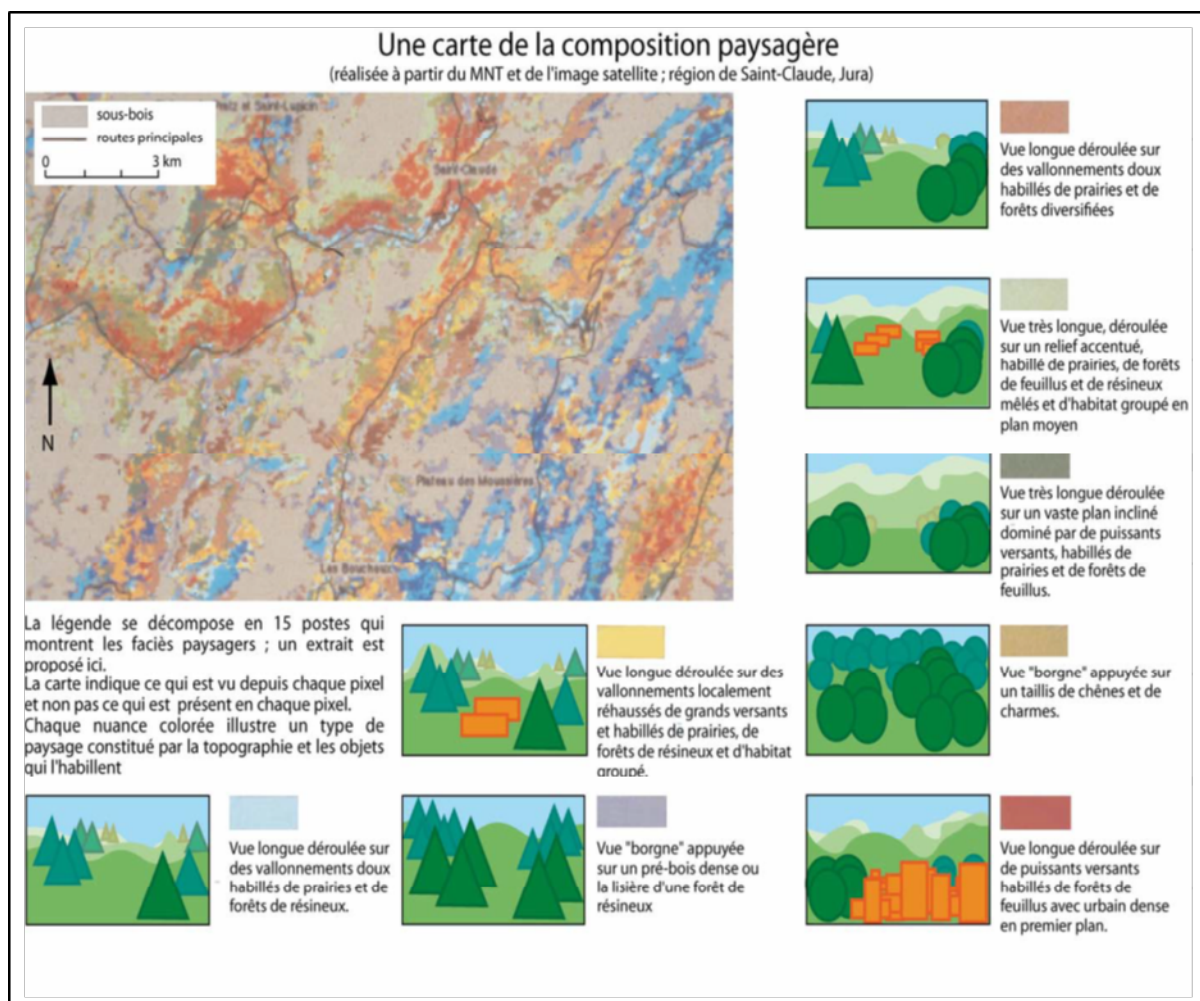


Figure 1.12- Exemple de simulation cartographique des paysages visibles (Source : laboratoire ThéMA, Université de Franche-Comté).

L'intérêt de cette méthode est concentré sur la possibilité de mise à jour les cartes obtenues, la rapidité de mise en œuvre en comparaison des méthodes classiques et la possibilité d'application de cette méthode à différentes échelles. Cependant, cette méthode repose justement sur les matériels du paysage, dont l'approche subjective est exclue. Ainsi, cette méthode doit être complétée par la visite de terrain (Douette, 2001). L'application de cette méthode repose aussi sur la disponibilité des données de la zone d'étude.

#### - L'Atlas des paysages de Franche-Comté

Le laboratoire ThéMA de Besançon a élaboré en 2000 une méthodologie pour construire un atlas des paysages de Franche-Comté, reposant sur la combinaison des différentes données et utilisant l'analyse statistique. L'objectif de cet atlas est de construire une base de référence qui aide les aménageurs et les acteurs à définir des politiques générales de gestion des paysages. La méthodologie vise à analyser les composantes des paysages, variables morphologique et occupation du sol. Une typologie spatiale a été effectuée à partir d'une analyse multicritères. Les données utilisées sont l'altitude, les formes topographiques, le rayonnement solaire et l'occupation du sol (Corine Land Cover). Une analyse réalisée à l'aide

d'un SIG a conduit ensuite à la définition de 26 unités paysagères au 1/100 000<sup>ème</sup> (Carte en annexe N° 1). Cette méthode a permis d'utiliser une approche reproductible qui permet de regrouper plusieurs thèmes des différentes sources et d'utiliser d'un SIG pour croiser et analyser les données. Ainsi elle permet d'étudier la dynamique des paysages à partir de carte renouvelée de Corine Land Cover (Douette, 2001). Mais, la méthode de l'Atlas des paysages de Franche-Comté doit être complétée et vérifiée par la visite de terrain. Elle repose aussi sur la disponibilité des données de zone d'étude et des données de Corine Land Cover (pixel de plus de 25 hectares).

#### - *Inventaire Forestier National*

L'Inventaire Forestier National (IFN) a été créé en 1981 pour représenter et mettre à jour l'état des espaces boisés du territoire. Il repose sur la délimitation des espaces forestiers à partir des photographies aériennes à l'échelle du 1/17 000<sup>ème</sup>. Un échantillonnage de ces différentes formations forestières est réalisé par l'IFN afin de mener des analyses plus fines sur les caractéristiques dendrométriques et écologiques de ces formations (Douette, 2001). L'inventaire qui met en évidence les caractéristiques des couvertures forestières, permet de suivre l'évolution des paysages forestiers et d'extraire de nombreux indicateurs concernant les forêts. Cependant, cet inventaire se limite à l'étude des forêts avec des nomenclatures sont spécifiques (Douette, 2001). L'IFN a créé des fichiers cartographiques qui représentent tous les espaces forestiers à l'échelle du département. Un exemple des types de formation végétale de la Sarthe qui présente de cet inventaire.

Les méthodes précédentes montrent que la source des données et leur disponibilité, l'échelle, l'objectif et les outils déterminent les différences entre les méthodes.

Compte tenu de la grande superficie des vallées du bassin versant de la Maine, de la disponibilité des données et de l'objectif, nous trouvons que l'approche objective est plus adaptée à caractériser les vallées. C'est parce que, nous n'avons pas de descripteurs qualitatifs couvrant l'ensemble de vallées du bassin versant de la Maine. Ainsi, un des objectifs de ce mémoire est d'examiner le rôle des outils géomatiques à traduire des composantes des paysages de vallées. Dans ce contexte, il est très difficile de croiser et d'analyser des données qualitatives provenant des sources différentes.

### **1.4. Choix d'une approche adaptée**

Ainsi, compte tenu de la grande superficie des vallées du bassin versant de la Maine, de la disponibilité des données et de l'objectif, nous trouvons que l'approche objective est plus adaptée pour caractériser les vallées. C'est celle que nous retenons d'autant que nous ne disposons pas de descripteurs qualitatifs couvrant l'ensemble de vallées.

#### **1.4.1. Objectifs des traitements envisagés**

Un des objectifs de ce mémoire est donc bien d'examiner les apports des outils géomatiques et leur capacité à traduire les composantes des paysages de vallées par des indicateurs et des indices.



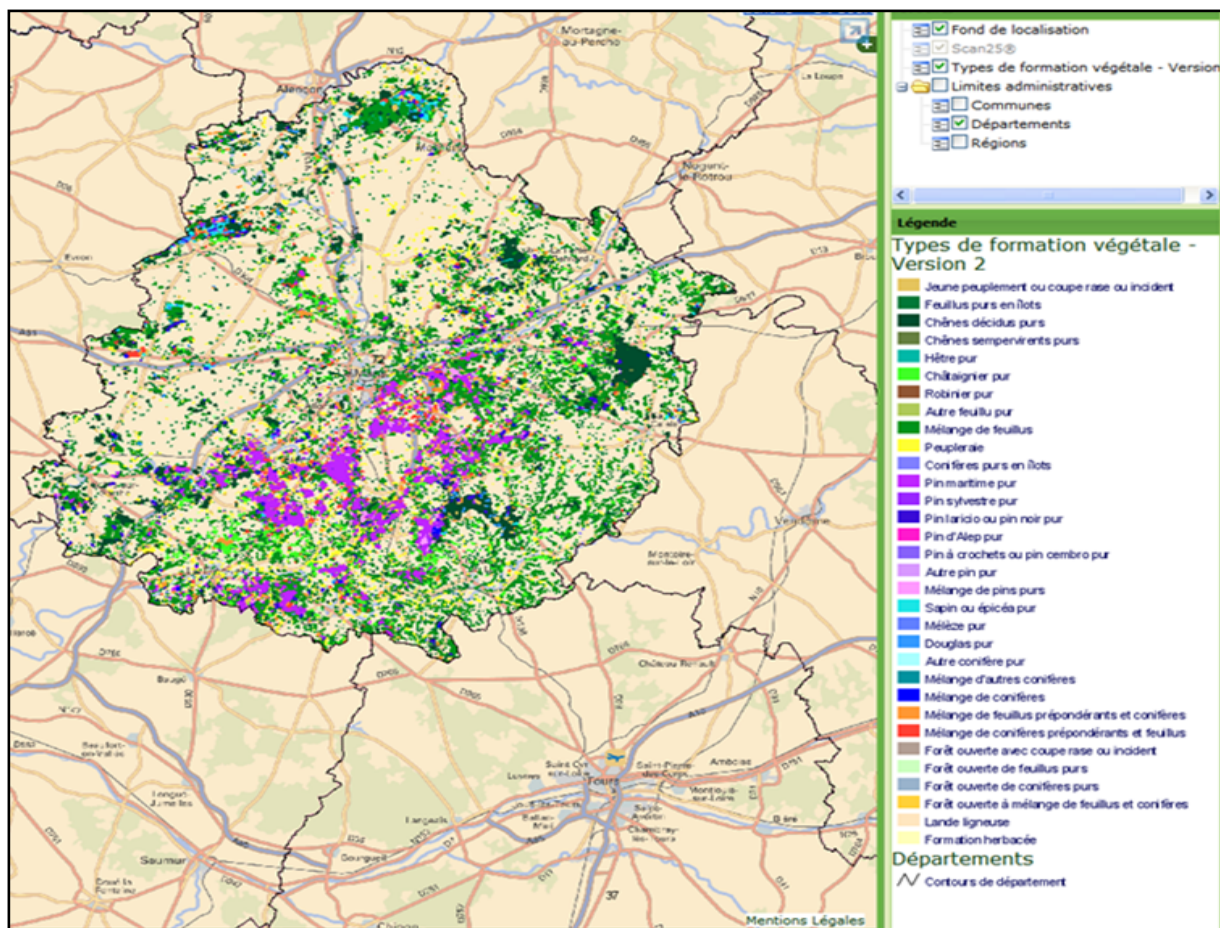


Figure 1.13- Types de formation végétale de la Sarthe (Source : Base de données cartographique IFN version 2 – 2010).

Ces outils sont utilisés par de nombreux auteurs pour rendre compte de l'état d'un paysage ou de ses dynamiques. Vidal (2003) a caractérisé le paysage selon quatre niveaux :

1. *Caractérisation géophysique des paysages* : ce niveau prend en compte les éléments physiques, climat, sol, relief....
2. *Occupation et utilisation des sols* : Il s'agit surtout d'indicateurs comme la part de la SAU, de la forêt, le degré de fermeture du paysage, l'emprise urbaine, et le ratio prairies / cultures...etc. Ils peuvent être mis au point à partir de données statistiques existantes ou des données satellites. Ce niveau permet également d'étudier l'évolution de l'occupation des sols et de faire des comparaisons entre les paysages.
3. *Agencement de l'occupation des sols et son évolution* : L'analyse de l'occupation du sol permet de clarifier la diversité et l'homogénéité des espaces géographiques. L'écologie du paysage présente un domaine riche des nombreux indicateurs paysagers.
4. *Éléments objectifs dans le paysage ayant un impact fort au niveau de la perception qu'en aura l'utilisateur* : Ce niveau qui représente une approche qualitative prend en compte des indicateurs directs et/ou indirects qui visent à évaluer la qualité des paysages. Ce niveau, très intéressant et plus difficile à appréhender (Vidal, 2003), s'intéresse aux indicateurs culturels, sociaux et économiques.

Finalement parmi ces différents indicateurs et niveaux, notre démarche s'inspirera surtout des niveaux 1, 2 et 3.

#### 1.4.2. La fonction des vallées et les paysages associés

Les vallées ont toujours été très attractives, car elles sont une source importante d'eau de surface et souterraine, d'espace et de sols intéressants pour la mise en valeur agricole. La préservation des milieux naturels des vallées est une mission importante dans la gestion du territoire (Luginbühl, 2001). Les vallées embrassent des milieux vivants biologiquement productifs (Schnitzler et al., 2008). Elles peuvent aussi recueillir les polluants qui ruissellent à partir du bassin versant.

Ainsi comprennent-elles des valeurs fortes :

- *Valeur écologique*

Les zones humides, bocage humide, roselières, cours d'eau, ripisylve, forment une valeur écologique importante des grandes parties de vallées. Ces zones assurent de nombreuses fonctions, par exemple : « *zones d'expansion des crues des cours d'eau, filtres biologiques à l'égard des apports des bassins versants, habitats naturels de forte valeur patrimoniale, importante fonction de corridor écologique jouée par les cours d'eau et leurs ripisylves* » (Miage Dordogne, 2005). La nature, l'étendue et l'état de conservation de ces zones humides se différencient d'une vallée à l'autre, et ce qui implique de réaliser un état de lieu distinct de chaque vallée.

- *Valeurs agricole et forestière*

Les vallées présentent une valeur agricole généralement plus élevée que le reste du territoire du bassin versant. Les sols fertiles des terrasses alluviales sont indispensables pour les cultures (notamment les cultures industrielles). Cette valeur importante constitue un enjeu économique et agricole significatif. Ceci est particulièrement vrai dans les vallées de la Sarthe et de la Mayenne, ainsi que dans la vallée du Loir, où les plaines alluviales plus larges accueillent de vastes espaces cultivés. Ailleurs, l'enjeu agricole est moindre, mais non négligeable, du fait de la présence d'espaces agricoles plus resserrés dans les fonds de vallée. Concernant les espaces forestiers, la valeur forestière réside dans les quelques bosquets et boisements des vallées qui participent à la diversité des milieux forestiers. Les vallées sont occupées par des boisements de feuillus, avec notamment des peupleraies, et des conifères.

- *Valeurs paysagère et patrimoniale*

La valeur paysagère des vallées est liée à leur diversité inscrite dans l'occupation des sols : cloisonnement des espaces agricoles, volumes végétaux : haie, ripisylve, bosquets, verger, peupleraie ... ainsi que dans le tracé du cours d'eau et la largeur du fond de vallée (Miage Dordogne, 2005). La valeur paysagère, dans l'ensemble élevée, est souvent renforcée par la valeur patrimoniale liée à l'eau (seuils, écluses, moulins,...) et par la valeur sociale et récréative là où l'eau et ses abords sont aménagés pour les loisirs et le tourisme (promenade, pêche, camping,...).

Certaines de ces valeurs ont connu d'importantes mutations qui ont amené la transformation profonde des paysages :

- *Transformations liées à l'agriculture :*

- conversion des prairies en terrains labourés avec arasement des haies et des petits bosquets. Cela conduit à la diminution des surfaces végétales et à la perte de la biodiversité mais

également à l'augmentation de la vulnérabilité des cours d'eau à l'égard de la pollution diffuse,

- boisement et fermeture des paysages liés à la déprise agricole sur les parcelles les moins rentables (versants raides, zones humides) et à l'extension des boisements de peupliers.

- homogénéisation et banalisation des paysages, (Germaine, 2006) en lien avec l'évolution des pratiques culturelles (stratégie la production rapide et réduction de la production agricole),

- *Étalement urbain* :

Il est fort dans les zones urbaines et périurbaines où l'occupation de l'espace doit être coordonnée entre différents usages ; il s'agit en particulier de laisser de la place pour l'étalement de l'eau en crue dans le cadre de la gestion des inondations, ou encore de la place pour des espaces de loisir (Germaine, 2006) tout en maintenant un paysage agréable.

L'occupation du sol est le reflet des actions d'aménagement très variées, conduites par de très nombreux acteurs. Elles sont représentées sur la figure ci-dessous empruntée à MA Germaine.

Les vallées sont donc bien des espaces où l'occupation du sol est très contrastée. Cela est lié à leur valorisation ancienne et leur dynamique actuelle qui exploitent par ailleurs des morphologies de vallées très diverses. En résultent des paysages que les outils que nous mobiliserons devront être capables de traduire.



Figure 1.14- Les principales tendances et enjeux du paysage en cours (Source : Germaine, 2006).

### 1.5. Outils géomatiques pour caractériser les paysages (télédétection et SIG)

Les outils géomatiques jouent un rôle important dans l'analyse des paysages. Les systèmes d'information géographique (SIG) sont apparus comme un moyen efficace pour mettre en

relation différentes sources de données par le biais de la référence spatiale (Maguire et al., 1991).

La télédétection est un moyen qui permet d'obtenir des informations sur des objets en recueillant et en analysant des données sans contact direct entre l'instrument utilisé et l'objet analysé (Bonn et Rochon 1992). Elle est définie officiellement comme « *l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques physiques et biologiques des objets par des mesurages effectués à distance, sans contact matériel avec ceux-ci* » (Comitas, 1988).

La télédétection offre une source importante de données, en particulier pour le suivi de l'évolution du paysage. Elle est aussi une source de données qui intègre les développements les plus récents de la recherche spatiale, de la physique et de l'informatique. Elle apporte une information nouvelle et variée relative au milieu physique, spatialement localisée (Bonn, 1994) (Teodoreanu-Niculescu, 2002). La télédétection satellitaire vise à connaître le plus précisément possible l'état d'un espace donné, et permet d'en avoir une synthèse visuelle et informative (Puech, 1993). L'objectivité, la répétitivité et l'homogénéité de données de la télédétection en font un instrument privilégié pour le suivi et le diagnostic sur les espaces complexes (Agropolis, 2010). Le domaine du paysage fait partie des ensembles où la télédétection peut constituer un outil très performant (Teodoreanu-Niculescu, 2002).

#### **1.5.1. Fonctions et rôle des SIG dans l'étude du paysage**

Les SIG remplissent de nombreuses fonctions à différents niveaux. Chételat (2005) a résumé dans sa thèse les fonctions interdépendantes des SIG (Maguire et al., 1991; Nyerges, dans: Goodchild et al., 1993).

- Le SIG permet de sauvegarder les données et de réaliser des opérations simples par exemple : affichage, sélection (Maguire et al., 1991). Il permet aussi de produire des cartes et de représenter les objets (Maguire et al., 1991 ; Longley et al., 2001), de traiter les données, d'analyser les relations spatiales, de construire des modèles de simulation (Thériault, 1996) et d'intégrer des méthodes multicritères (Golay et Riedo, 2001).
- Les SIG sont tout à la fois des mémoires du territoire, des moyens de cartographie, des boîtes à outils, des ressources, des technologies, mais aussi des cadres de pensée (Laurini et Thompson, 1992).

Les SIG sont des outils d'analyse trop peu utilisés dans l'analyse de paysage (Joliveau .2003 ; Joliveau et Michelin, 1998). La capacité des SIG est de mettre en évidence les relations spatiales entre les objets paysagers (Coulson et al., 1991) et de travailler sur des espaces plus grands (Joliveau .2003 ; Joliveau et Michelin, 1998). Cela contribue à comprendre la structure et la composition de paysage, d'en décrire les caractéristiques morphologiques.

- De plus, il permet aussi de calculer les indices (métriques) du paysage, par exemple : diversité spatiale, richesse et organisation (McGarigal et Marks, 1995), classement et combinaison des critères pour déterminer des unités homogènes. Le MNT et la carte d'occupation du sol sont une source importante des données pour caractériser la structure spatiale du paysage.
- Le SIG offre un moyen important pour quantifier et localiser des changements spatiaux dans le paysage, en appui sur des outils statistiques et des techniques de cartographie qui permettent de définir les lieux et les quantités des évolutions, mais aussi de comparer différents états du territoire deux à deux (Joliveau, 2003).

Ainsi, l'efficacité des outils du SIG apparaît clairement dans la méthode de l'évaluation des paysages de l'« Ecole de Besançon ». Cette méthode repose sur l'approche quantitative pour caractériser les objets matériels du paysage (Joliveau, 2003). Elle s'appuie sur l'analyse

factorielle (Brossard et Joly 1988) pour la réalisation des typologies à partir de combinaisons des différentes variables naturelles et anthropiques (Brossard et al. 1994). Le SIG permet de travailler à des échelles diverses, de passer rapidement de l'une à l'autre et de mettre à jour de l'information par renouvellement des sources.

L'analyse spatiale consiste à analyser les caractéristiques spatiales des objets géographiques, ainsi que les relations qu'ils entretiennent entre eux, à l'aide des fonctionnalités offertes par un système d'information géographique (Laurent, 1996). L'analyse spatiale est une démarche qui vise à décrire les structures matérielles de l'espace et les manières dont il est occupé (Arnaud, 2008), à formaliser de la configuration et des propriétés de l'espace produit et vécu par les sociétés humaines (Pumain et al., 2006). Elle désigne un très grand nombre d'opérations que les utilisateurs des SIG apprécient tout particulièrement. Ce sont en effet des opérations qui vont tirer partie de la répartition spatiale des objets géographiques, soit pour constituer une aide à la décision (optimisations, simulations), soit pour faciliter la gestion même des objets (mise à jour, rapprochements entre données).

Le SIG permet d'analyser les compositions objectives de paysage reposant sur l'utilisation de fonctions d'analyse spatiale (par exemple : proximité, connectivité, diversité, agencement spatial, dispersion, etc.) (Eastman, 1993, 2001 ; Joliveau, 1994).

Dans ce travail, nous utilisons l'analyse spatiale pour définir l'objet d'étude (vallée) et extraire les variables morphologiques à partir du MNT. Ainsi, elle permet de calculer les indicateurs de l'occupation du sol (par exemple : la part de la SAU, l'emprise urbaine et le ratio prairies/cultures...etc.). La production des types de vallées a été faite à partir de combinaisons de variables morphologiques et d'indicateurs de l'occupation du sol en utilisant l'analyse spatiale dans le SIG.

### **1.5.2. Télédétection et étude de paysage**

La télédétection des paysages permet de mettre en place une nouvelle perception de l'évolution des objets géographiques résultant soit de la dynamique des milieux naturels, soit des actions anthropiques. L'apport le plus important des images satellites est dans la possibilité d'une analyse multispectrale et multitemporelle ou diachronique. Les données haute résolution des satellites LANDSAT et SPOT (HRV) sont en effet utilisées pour cartographier rapidement des zones étendues. Ces images contribuent à détecter automatiquement les objets des composantes des paysages et à produire des cartes d'occupation du sol.

L'approche paysagère permet d'appréhender la réalité du paysage d'une façon aussi globale que possible. Dans cette perspective, le paysage permet de replacer chaque composante, dans la configuration spatiale d'ensemble (Teodoreanu Niculescu, 2002). Les imageries spatiales permettent de renouveler la vision du paysage par des vues fidèles et diachroniques grâce aux observations à intervalle temporel régulier. La détection des objets géographiques et leurs organisations, leurs évolutions font une grande partie de l'usage de la télédétection. L'utilisation de la télédétection est très utile dans le cas de grands espaces permettant une vue globale et une économie sur la collecte des données par d'autres méthodes. En plus, elle considère très indispensable pour des régions difficiles d'accès pour l'observateur.

La télédétection permet d'apprécier le contenu, la forme, le sens et le rythme d'évolution dans le paysage. « *Le paysage est une portion d'espace perceptible à un observateur où s'inscrit une combinaison de faits visibles et invisibles et d'actions dont on ne perçoit, à un moment, que le résultat global* » (Deffontaine, 1973). L'avantage de la télédétection, est que ses informations peuvent être intégrées avec d'autres types de données dans des SIG. Les prises de vue répétées de la même zone constituent une source d'information importante pour suivre



et détecter des changements. Comme tout outil d'analyse, la télédétection présente des limites dans son utilisation. La recherche d'une limite de résolution spatiale de plus en plus fine a cependant des inconvénients (Lawandi, 2006). La quantité de données générées augmente en fonction du carré du nombre d'éléments d'image (ou pixels) par côté de celle-ci, ce qui pose un problème sérieux au niveau de la transmission, du stockage et du traitement de l'information. En plus, le coût d'acquisition des données est parfois élevé et n'est pas à la portée de tous les utilisateurs.

Dans notre travail, la télédétection est considérée comme un outil essentiel pour produire une carte d'occupation du sol. Les images Landsat sont la source des données principales pour analyser la dynamique des paysages de vallées dans le bassin versant de la Maine. La télédétection offre depuis plusieurs d'années des possibilités pour la cartographie des types de paysages. Nous utilisons les images de Landsat datant en 1984 et 2003. Ces dates ont choisis en fonction de la disponibilité de scènes couvrantes l'ensemble du bassin versant de la Maine. Les images de Landsat les plus récentes de 2003 sont disponibles mais elles sont présentent des lignes (gaps) à cause du capteur endommagé sur le satellite. Par conséquent, nous ne pouvons pas utiliser ces images. De plus, nous n'avons pas d'images Spot qui couvrent l'ensemble du bassin versant de la Maine. D'autre raison de ne pas utiliser les images Spot, ce que l'acquisition de ces images est trop coûteux. Nous utilisons les images Landsat 2003 pour produire une carte d'occupation du sol. Cette carte sert ensuite d'extraire plusieurs indicateurs concernant la distribution des couvertures d'occupation du sol, la diversité et la singularité des paysages de vallées. Les images 1984 servent à détecter les changements dans les vallées à partir des plusieurs indicateurs (par exemple : types de vallées, modes d'occupation du sol, la diversité et la singularité).

## **Conclusion du Chapitre 1**

Les différents types de diagnostics territoriaux relèvent des mêmes principes généraux, qui font l'objet d'une description des éléments de paysage. Ainsi, le paysage fait l'objet d'une analyse à la fois statique et dynamique de ses éléments constitutifs et structurants. Il est vu comme un ensemble organisé d'unités élémentaires géographiques, écologiques et spatiales. L'analyse de paysage est une interprétation fondamentale de la morphologie, de la structure du paysage et des modes de l'occupation du sol. Une revue des principaux facteurs qui limitent la portée des états du lieu et des caractérisations des paysages fait ressortir les problèmes liés à l'accès aux données, à des échelles et aux objectifs. Les méthodes étudiées présentent une grande diversité d'approches et d'outils.

En s'appuyant sur cette présentation des méthodes des caractéristiques des paysages, de types de diagnostics et de cadre conceptuel de paysages, nous proposons de développer une méthodologie pour caractériser les paysages à l'échelle de vallées en utilisant la télédétection, l'analyse statistique, le SIG et d'autres méthodes de cartographie automatique.

Les vallées sont des espaces mal connus en particulier les petites vallées rurales. Elles sont peu étudiées par les géographes. Elles occupent une place croissante dans les projets des aménageurs. Les versants et fond de vallée représentent un objet géographique encore relativement peu traité en terme de paysage (Germaine, 2006).

La démarche générale de diagnostic paysager a été inspirée de la méthode des atlas des paysages de Franche-Comté qui repose sur l'approche objective. Elle repose sur trois phases, la première a pour objectif de caractériser le paysage de vallée à l'échelle du bassin versant pour aboutir à un état des lieux. La deuxième a pour objectif de réaliser une typologie des paysages de vallées. Enfin, l'analyse de la dynamique des paysages sert à mettre en évidence dans la troisième phase, des enjeux paysagers. En effet, notre diagnostic repose sur l'approche d'objets visibles du paysage (système producteur et visible). L'approche perçu et vécu n'a été

pas retenue ici, mais elle présente un but prospectif dans l'avenir pour compléter le diagnostic de paysage.

Les indicateurs retenus dans ce mémoire pour caractériser les paysages de vallées sont les indicateurs représentant :

- la morphologie des vallées (par exemple : pente, largeur des fonds...etc.) et l'occupation des sols (par exemple : la part de la SAU, de la forêt, la fermeture, l'emprise urbaine, et le ratio prairies / cultures...etc.).
- la diversité et l'homogénéité des vallées et aussi de la singularité des vallées par rapport aux espaces environnants.

La plupart des indicateurs sont produit par bassin versant, vallée et tronçon de vallée

De plus, l'analyse qui sera conduite permettra aussi d'évaluer les apports de la géomatique en matière d'étude des paysages et de leur dynamique. Ils seront validés par les approches effectuées à partir du terrain (Figure 1.15).

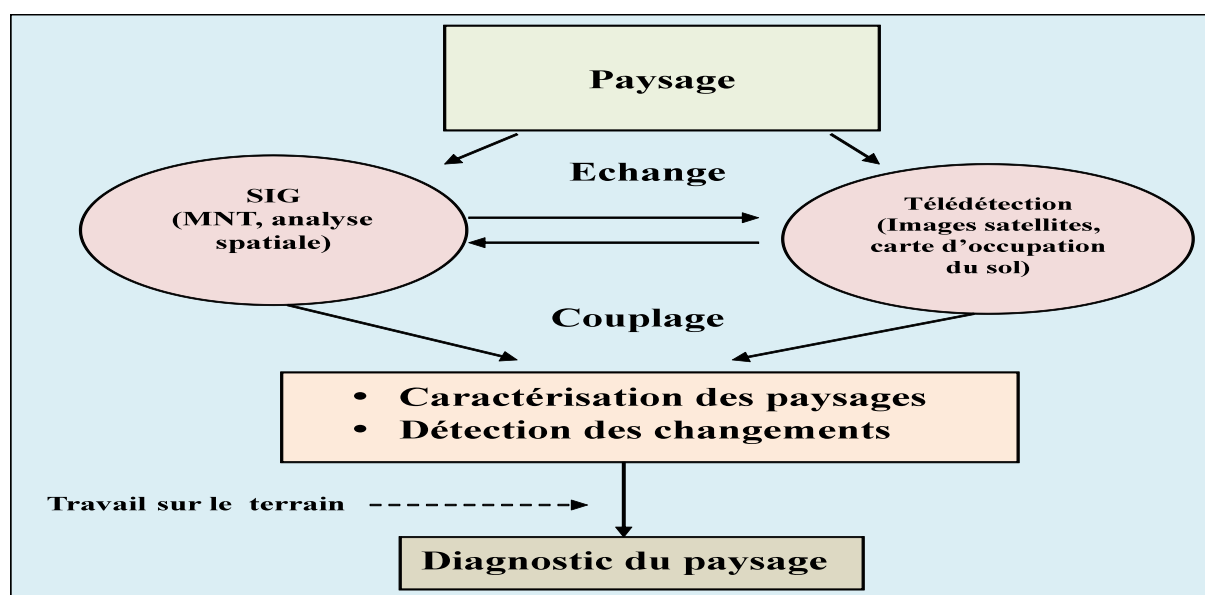


Figure 1.15- Intérêt du couplage entre les SIG et la télédétection dans le diagnostic du paysage.

Dans ce travail, nous utilisons le SIG et la télédétection pour réaliser un découpage des vallées en entités paysagères fondé sur des ressemblances morphologiques et des types d'occupation du sol en fonctions des indicateurs morphométriques et des indices d'occupation du sol. Nous construisons ensuite une typologie des paysages de vallées à partir de la combinaison de la forme des vallées et de l'occupation du sol en utilisant l'analyse spatiale pour dégager les types de vallées, définir les identités paysagères de chaque entité paysagère (tronçon), comprendre l'ordonnancement des éléments naturels, les formes et la distribution des classes de l'occupation du sol. Enfin, nous analysons les évolutions à l'échelle des tronçons de vallées pour mettre en évidence les facteurs de l'évolution du paysage (changements de pratiques agricoles, développement de l'urbanisation), repérer les tendances et cerner les points forts, les faiblesses, les pressions sur le paysage et les problèmes paysagers.

La méthode de l'étude prend finalement en compte le couplage entre deux outils : la télédétection qui permet d'analyser la dynamique de vallées par l'analyse d'images satellites multi-dates, le SIG qui permet d'analyser des descripteurs paysagers qui sont définis par l'analyse spatiale et les indices d'écologie spatiale (par exemple : indicateur de dispersion).

## **Chapitre 2 : Présentation du bassin versant de la Maine**

## Introduction du Chapitre 2

Nous avons choisi le bassin versant de la Maine comme domaine de recherche, parce qu'il présente une belle diversité de vallées (fond et versants) aux caractéristiques contrastées, soumis comme dans d'autres régions, à des enjeux multiples. L'analyse porte sur la détermination des composantes objectives des paysages de vallées (Bertrand, 1991) et des enjeux qui s'y rapportent. Nous utilisons les comptes rendus des SAGE des sous-bassins versants de la Maine pour décrire les caractéristiques physiques et les cartes de Corine Land Cover pour renseigner les modes d'occupation du sol. En plus, nous utiliserons les résultats de notre typologie des paysages de vallées pour montrer les formes des vallées et les caractéristiques morphologiques de ces espaces.

### 2.1. Contexte général du bassin versant de la Maine

Le bassin de la Maine s'étend sur une superficie de 22 020 km<sup>2</sup> et représente le plus important des sous-bassins de la Loire. Son bassin concerne huit départements (Orne, Sarthe, Mayenne, Eure-et-Loir, Loir-et-Cher, Maine-et-Loire, Indre-et-Loire, Loiret) et trois régions (Pays de la Loire, Basse Normandie, Centre).

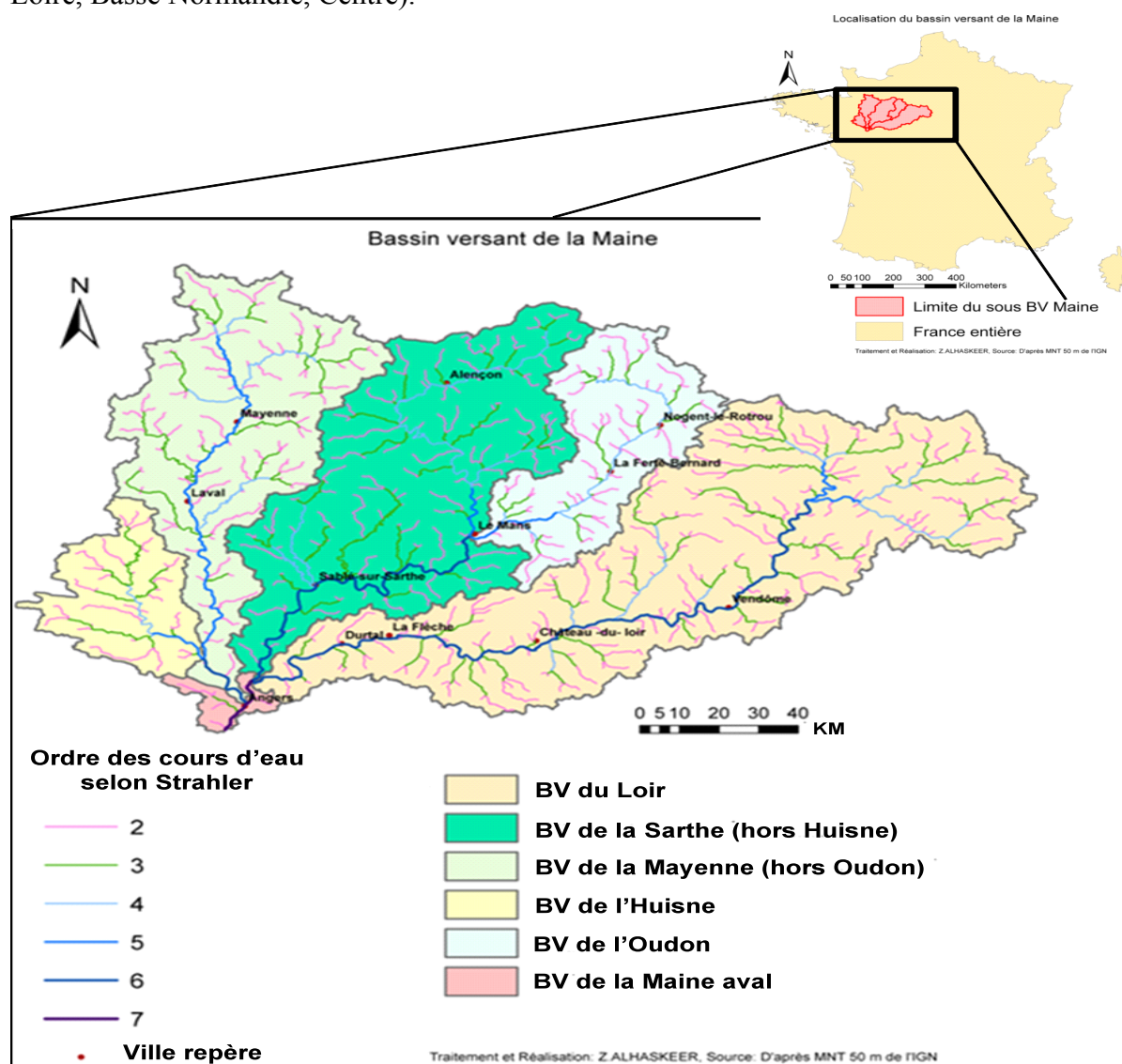


Figure 2.1- Bassin versant de la Maine (Source : IGN de 50 m).

Ce bassin, comme le souligne aisément la structure du réseau hydrographique, est drainé par trois rivières principales (Figure 2.1):

- la Mayenne et son principal affluent l'Oudon,
- la Sarthe et son principal affluent l'Huisne,
- le Loir.

Les rivières convergent en amont d'Angers pour constituer la rivière Maine proprement dite.

Le bassin de la Maine comporte des reliefs d'altitude modeste, mais de formes variées. Le secteur d'Angers possède des altitudes de l'ordre de 15 m et le Centre-Nord dépasse de peu les 400 m (416m au Mont des Avaloires) (Figure 2.2).

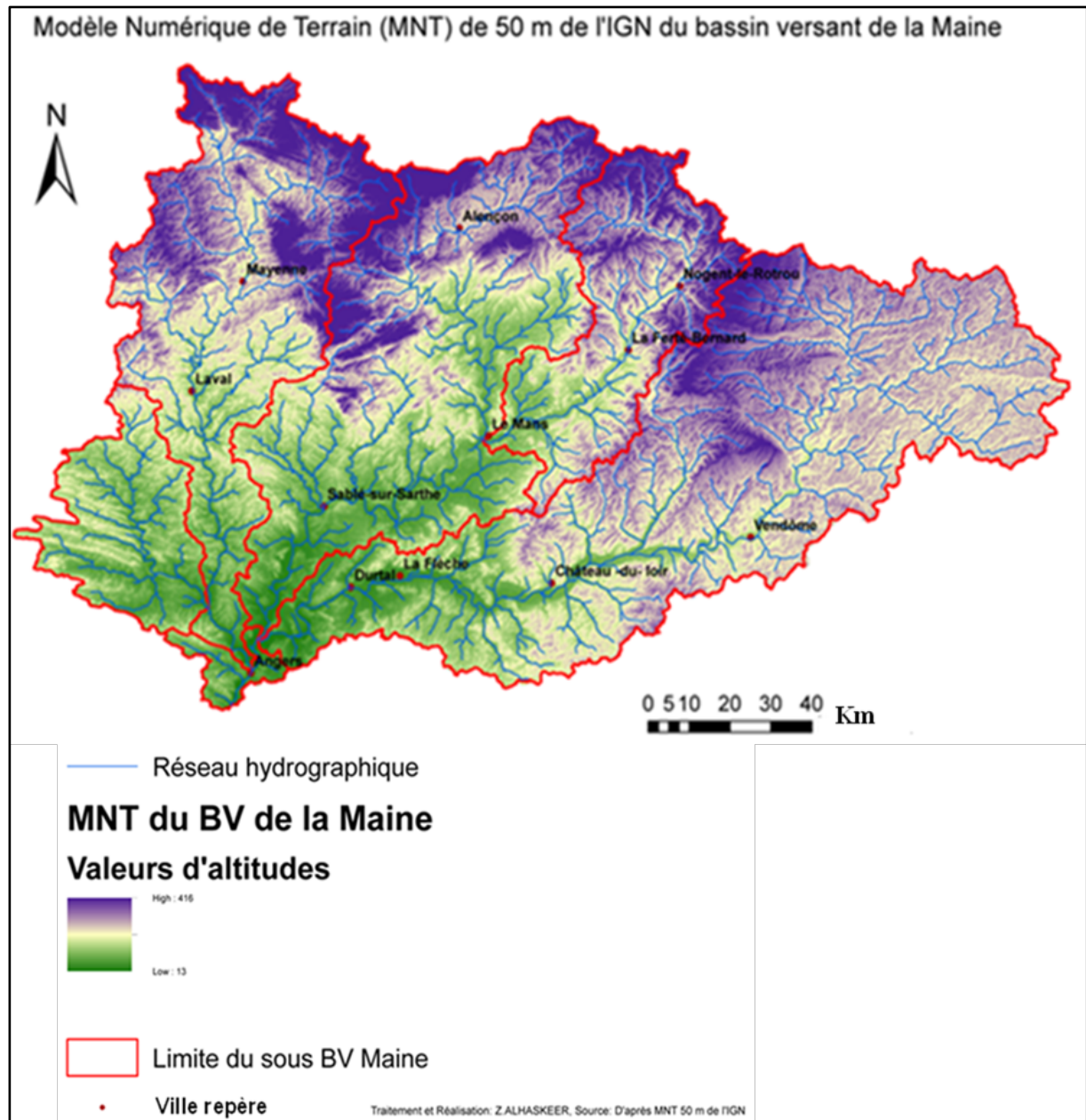


Figure 2.2- Modèle Numérique de Terrain (MNT) du bassin de la Maine (Source : IGN de 50 m).

Schulé (1984) a distingué dans ce bassin, les ensembles topographies suivants:

- A l'Ouest, les formes sont plus contrastées : les plus marquées allongées, forment des barres assez raides parfois soulignées par des corniches rocheuses. Les vallées sont

plutôt étroites et traversent ces barres en gorges comme la Sarthe dans les Alpes Mancelles (région de St Léonard-des-bois). Ce sont les morphologies près de Massif Armoricain.

- A l'Est, les formes sont moins contrastées ; plateaux et collines sont découpés par des vallées plus larges parfois bien enfoncées, en amples interfluvies.

Ils sont expliqués par les différences lithologiques accusées entre le socle ancien et la couverture sédimentaire de l'ouest de Bassin Parisien (Figure 2.3) qui agissent davantage sur les formes de relief que sur les altitudes. La carte géologique du bassin de la Maine est présentée en annexe N°2.

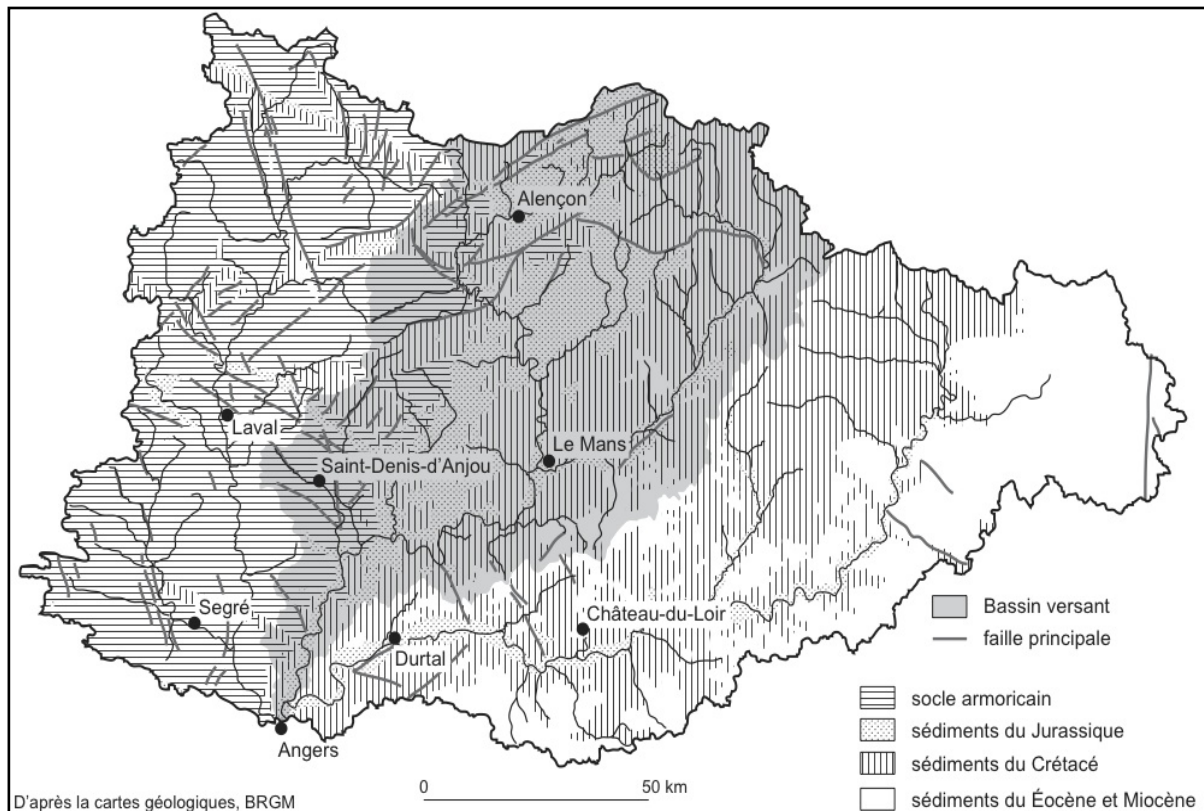


Figure 2.3- Carte de lithologie du bassin versant de la Maine.

Afin de bien montrer les caractéristiques du bassin de la Maine, une présentation générale de chaque sous bassin versant permet de révéler les spécificités des vallées au plan de leur forme.

## 2.2. Le bassin du Loir

Le bassin du Loir est un espace à dominante rurale du sud Sarthe, aux limites du Maine et Loire, de l'Indre et Loire et du Loir et Cher. Le Loir prend sa source à Saint Denis des Puits en amont d'Illiers à Alluyes (en Eure-et-Loir), s'allonge sur 312 km à partir d'une cote de 220 m. Son bassin versant, étendu sur plus de 8 000 km<sup>2</sup>, a une forme plutôt allongée et la rivière coule globalement d'est en ouest. Le Loir est caractérisé par une faible vitesse d'écoulement et des pentes peu marquées de 0,6‰ en lien avec des altitudes basses et peu variées, 260m en amont, 30m à la confluence Loir/Sarthe.



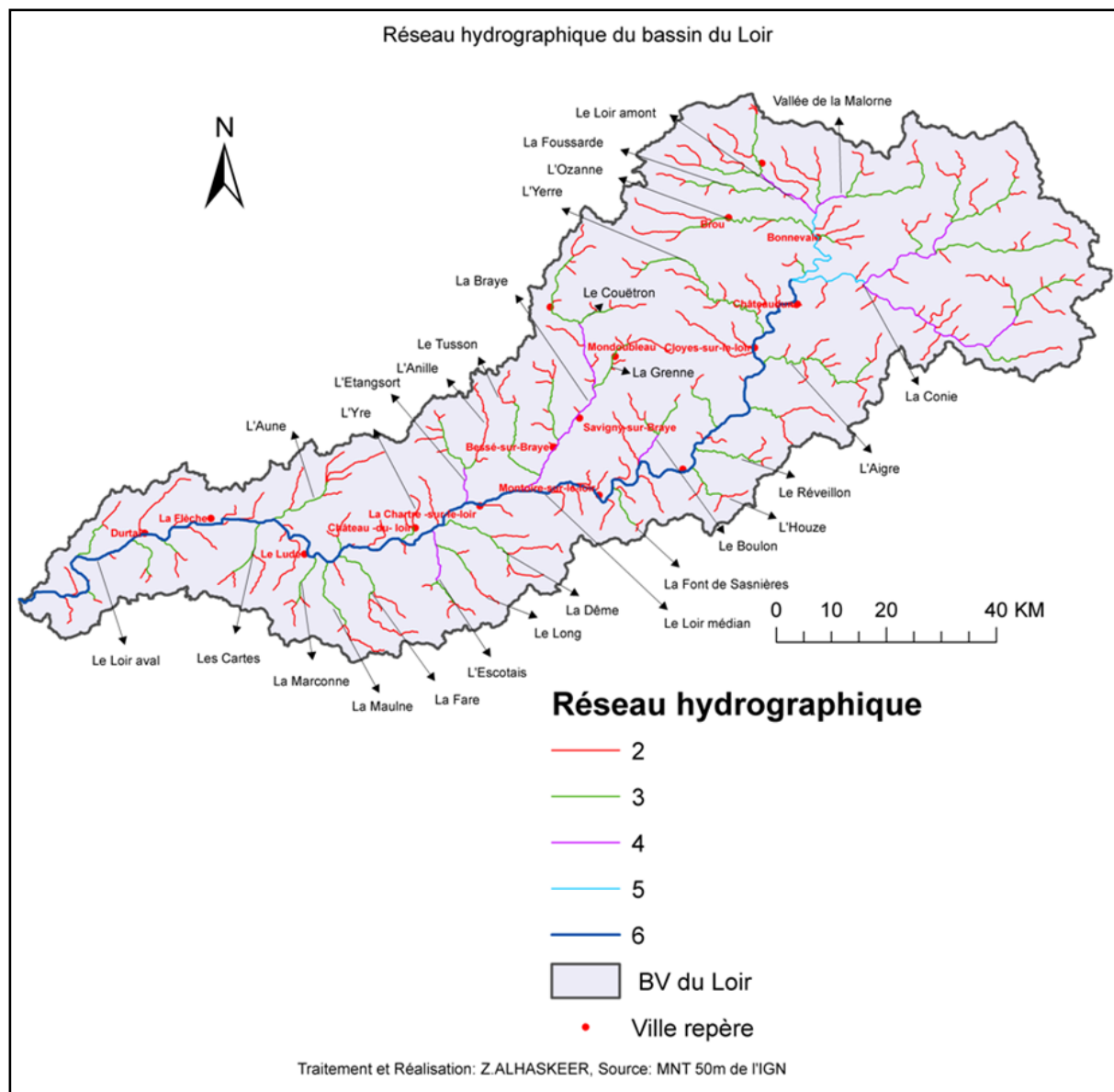


Figure 2.4- Réseau hydrographique du bassin du Loir (Source : IGN de 50 m).

3 régions ensembles morphologiques sont différenciées par le SAGE du Loir :

- Le nord-ouest, soit le Perche vendômois, est un pays de collines présentant des vallées assez profondes. Y prennent naissance les principaux affluents du Loir dont la Braye.
- Le nord-est, soit la Beauce, est un plateau parcouru par des vallées peu profondes mais qui s'encaissent dans leur partie aval. la densité de du réseau hydrographique est assez faible.
- Le sud où le relief est essentiellement marqué par les vallées faiblement incisées, parfois bordées de coteaux abrupts.

Les principales caractéristiques des ensembles géologiques dans le bassin du Loir sont résumées en annexe N°3.

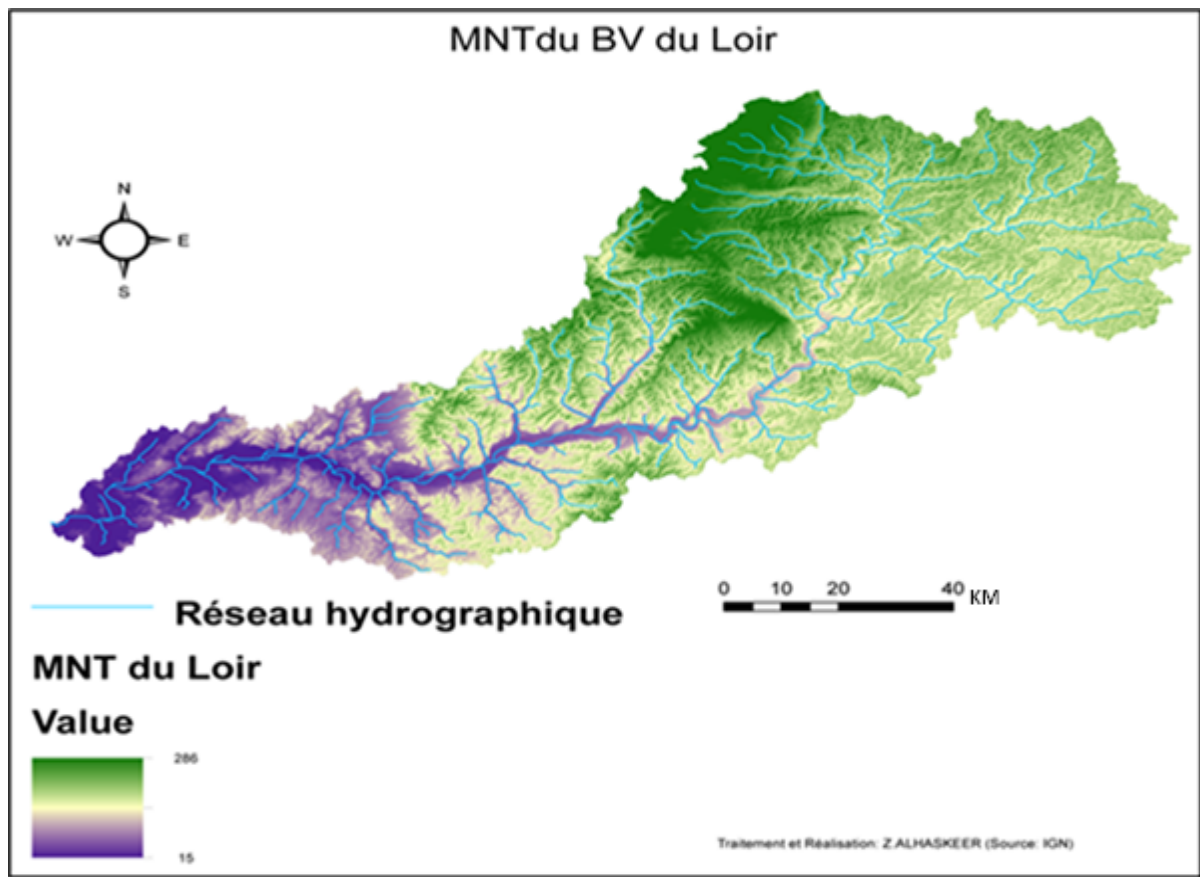


Figure 2.5- MNT du BV du Loir (Source : IGN de 50 m).

Dans ce bassin du Loir affluent principalement les strates sédimentaires de l'ouest du bassin de Paris. (SAGE du Loir, 2008):

- les calcaires de Beauce dans la partie est et en rive gauche du Loir, zone perméable à faible ruissellement avec un réseau hydrographique peu développé et drainant les nappes, d'altitude moyenne 120 m ;
- les collines du Perche en rive droite, d'altitude moyenne 180 m, avec des formations imperméables (argiles à silex, craies marneuses, ...) ;
- la région ouest, dans le secteur de La Flèche- La Chartre où les assises crayeuses constituent la principale formation. S'y intercalent de façon complexe des terrains jurassiques, voire localement le substratum armoricain.

A ces principaux ensembles, il faut rajouter les alluvions de la vallée du Loir et de ses principaux affluents.

Le drainage du bassin est effectué par un réseau assez dense comme le montre la figure 2.12. Mais compte tenu de la forme allongée du bassin versant, le Loir n'atteint qu'un ordre 6 acquis d'ailleurs rapidement à l'amont (ordination des cours d'eau selon Strahler et réalisée à partir du MNT 50m de l'IGN et vérifiée par BD Carthage de l'IGN).

Le bassin du Loir, orienté sur un axe est-ouest, est largement ouvert à l'influence océanique. Les collines du Perche sont les plus arrosées du bassin versant du Loir avec 800 mm de précipitations moyennes annuelles à Authon-du-Perche. La Beauce, secteur le plus à l'Est du bassin, est la partie la moins arrosée avec une moyenne annuelle de 625 mm à la Bourdinière-St-Loup (Etude de cohérence du Bassin de la Maine, 2008). Les figures 2.6 et 2.7 illustrent les précipitations annuelles puis l'évolution des précipitations mensuelles sur les stations de mesures météorologiques (SAGE du Loir, 2008).



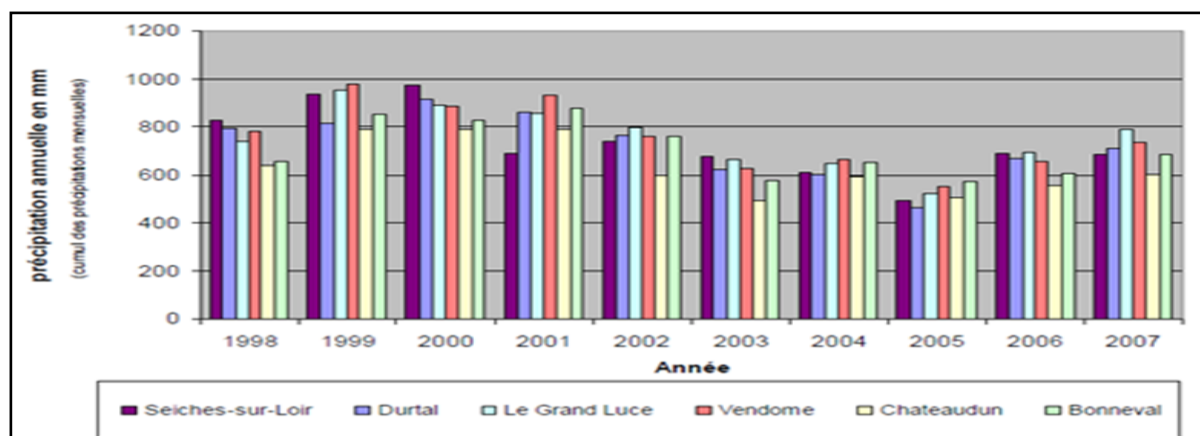


Figure 2.6- Précipitation annuelles sur la période 1998 à 2007 (Source : Météo France).

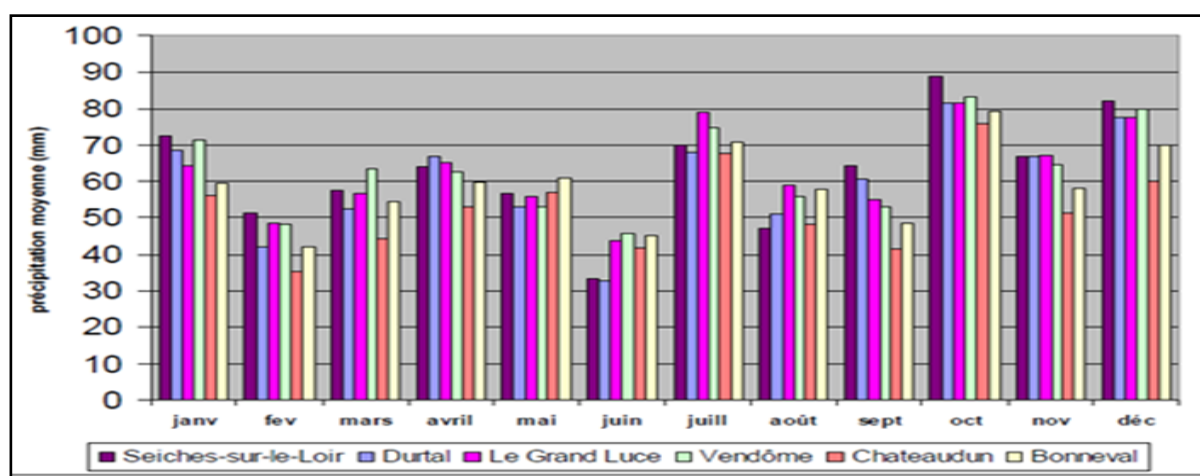


Figure 2.7- Précipitations moyennes mensuelles sur la période 1998 à 2007 (Source : Météo France).

Cinq stations hydrométriques (données Banque Hydro) sont répertoriées sur le Loir (Tableau 2.1). Le débit a été observé sur une période de 52 ans (1961-2012), à Durtal est de 31,30 m<sup>3</sup>/s.

Code Station	Station hydro.	Période-Mesure	Module m <sup>3</sup> /s	Superficie km <sup>2</sup>	Module Qs l/s/km <sup>2</sup>	Débit mens. d'étiage QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	Débit de crue QJ10 (m <sup>3</sup> /s)
M1041610	Le Loir à Saint-Maur-sur-le-Loir	1967 - 2012	3,26	1 160	2,8	0,37	87
M1151610	Le Loir à Villavard	1966 - 2012	14,00	4 545	3,1	3,60	170
M1341610	Le Loir à Flée	1993 - 2012	23,20	5 940	3,9	5,6	250
M1531610	Le Loir à Durtal	1961 - 2012	31,30	7 920	4,0	6,8	290

Tableau 2.1- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur le Loir (Source : Banque Hydro, 2012).

Les débits mensuels interannuels sur le Loir présentent une variation et une répartition saisonnière caractéristique des régions à climat tempéré (voir graphique ci-dessous) quelque soit la période sur laquelle ils sont calculés. Un pic est observable durant l'hiver en janvier-février tandis que la période d'étiage se situe en période estivale durant les mois de juin à septembre (Figure 2.8).

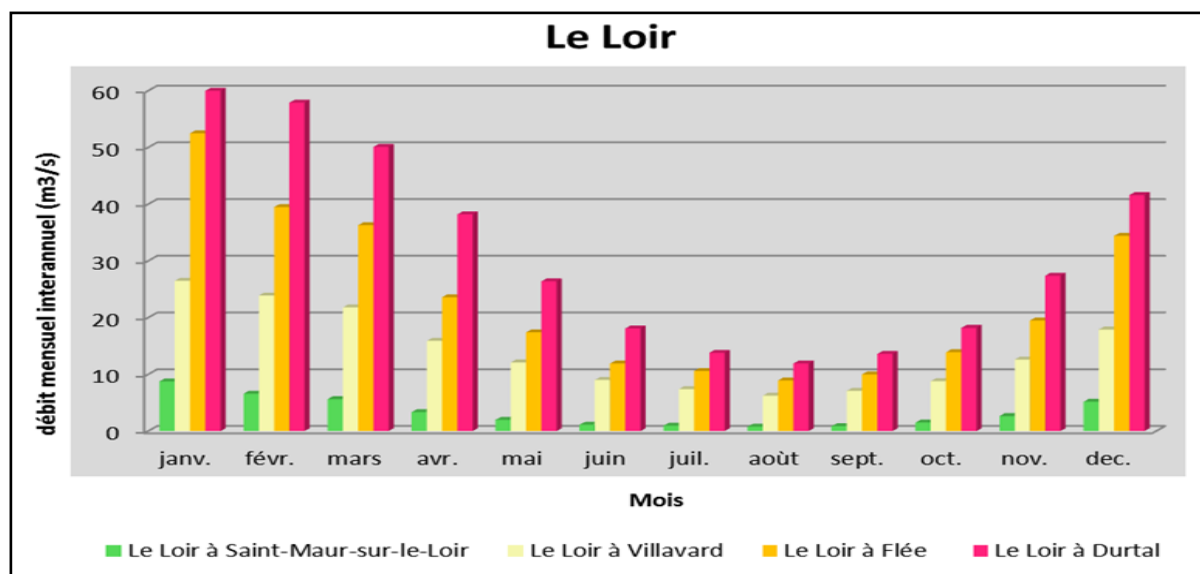


Figure 2.8- Débits mensuels interannuels du Loir aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible (Source : Banque hydro, 2012).

Les débits d'étiage caractéristiques du bassin versant sont estimés à partir des informations fournies aux différentes stations de jaugeage. Les débits d'étiages caractéristiques sont présentés sous la forme de QMNA5.

Le QMNA peut chuter jusque 6,8 m³/s (à Durtal) en cas de quinquennale sèche, ce qui reste assez élevé. Dans bien des situations difficiles, le Loir bénéficie de l'apport fort régulier des cours d'eau beaucerons tels la Conie et l'Aigre.

Les crues peuvent être assez importantes. Au regard du QJ10, le Loir aval à Durtal constitue le sous bassin le plus contributif aux crues du Loir (290 m³/s contre 170 et 87 m³/s respectivement pour Loir Médian et Loir amont). Le débit instantané maximal enregistré a été de 454 m³/s le 29 janvier 1995, tandis que le débit journalier maximal était de 449 m³ le même jour.

Le fond de vallée est plus ou moins évasé ; la partie moyenne du Loir (en aval de Montoire : La Chartre) présente une plaine inondable pouvant s'étendre entre 2 et 4 km de large. Dans ce fond la rivière décrit un tracé plutôt sinueux et atteint à l'aval une largeur d'une cinquantaine de mètres.

Concernant l'occupation du sol, la Beauce est une région de culture intensive alors que les collines du Perche sont plutôt tournées vers l'élevage et la polyculture. A partir de la base de couverture Corine Land Cover de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), une analyse de l'occupation du sol permet d'indiquer la répartition surfacique de 5 grands types définis de la manière suivante :

- Les espaces artificialisés : zones urbanisées, industrielles ou commerciales, réseaux de communication, les espaces verts non agricoles, les équipements de loisirs, les décharges et sites de construction et les carrières,
- Les espaces agricoles : terres arables, cultures variées, espaces agricoles dominants, les prairies, la vigne et les vergers,
- Les forêts et milieux semi-naturels : forêts caducifoliées, sempervirente et mixtes, landes et bruyères, fourrés et broussailles,
- Les zones humides : marais,
- Les surfaces en eau : cours d'eau et plans d'eau.

Les graphiques ci-dessous illustrent la répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin du Loir :

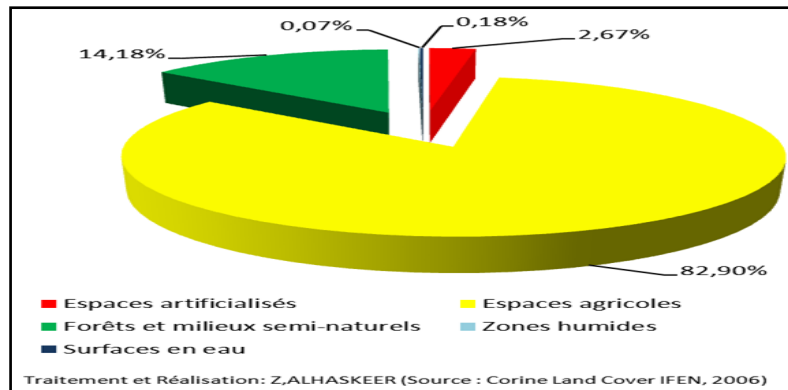


Figure 2.9- Répartition des principaux types d'occupation du sol le bassin du Loir en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

La figure 2.9 montre leur répartition dans l'espace ; on remarque une large prédominance de l'espace cultivé dans les 2/3 amont du bassin, qui constituent la partie occidentale de la Beauce.

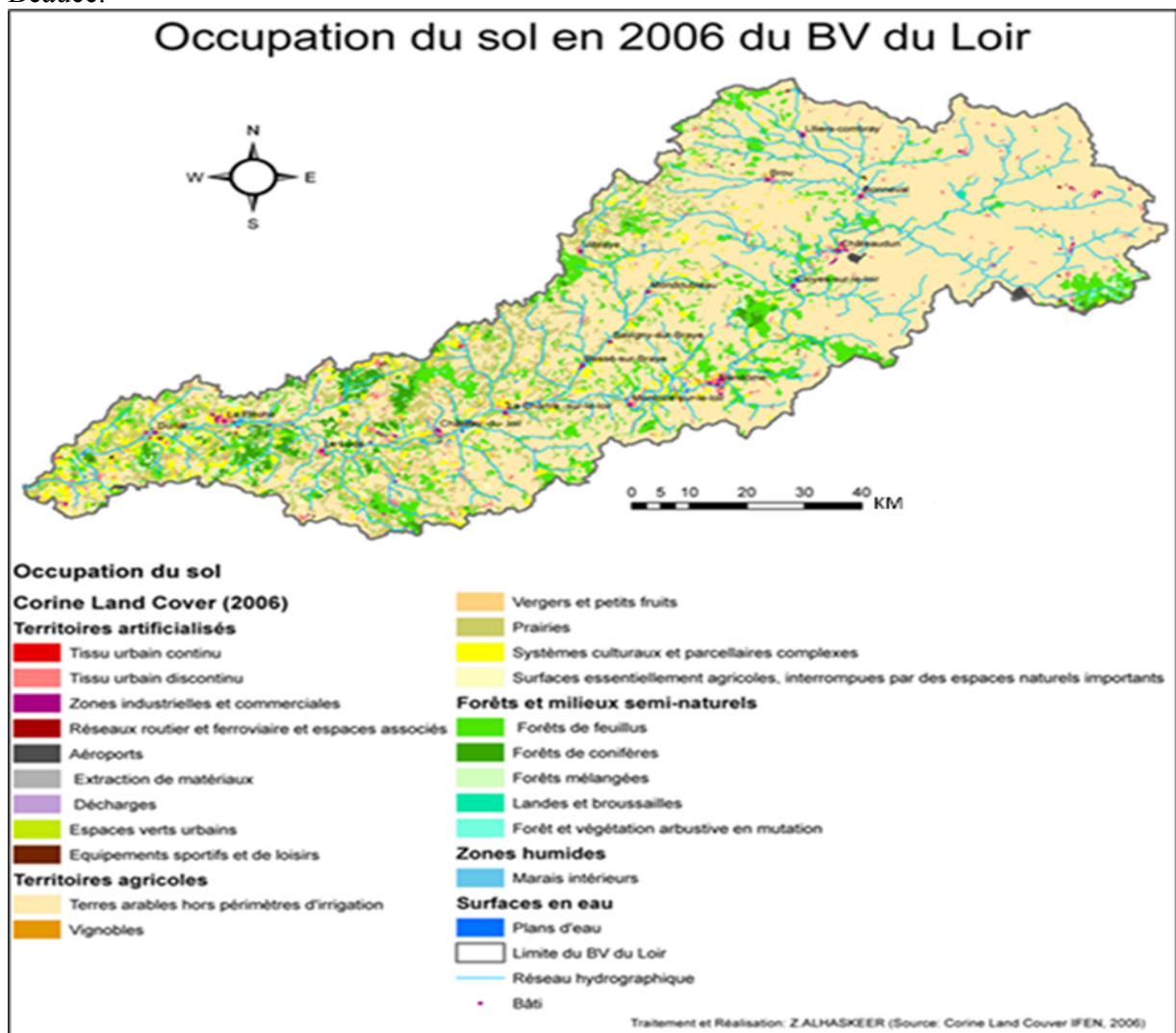


Figure 2.10- Occupation du sol en 2006 du BV du Loir (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

Les enjeux qui se rapportent à l'eau et aux vallées dans ce bassin du Loir sont divers :

- La nappe du Cénomanién et la nappe de Beauce, situées à l'amont du bassin, sont des ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable (nappe du Cénomanién) et pour l'irrigation (nappe de Beauce). Elles présentent un état quantitatif fragile. L'augmentation des prélèvements depuis les années 70, en lien avec le développement intensif de l'irrigation, a entraîné des conflits d'usages sur le partage de la ressource et sur la dégradation de sa qualité (nitrates et pesticides principalement) (SAGE du Loir, 2008).
- Le Loir traverse un grand nombre de communes particulièrement sensibles aux phénomènes d'inondations. Si certaines sont peu touchées (implantation en sommet de coteau ou sur des replats), d'autres sont beaucoup plus vulnérables comme Durtal où 82 habitations peuvent être inondées (Rapport de présentation du PPR Loir, 2005). La réduction de la vulnérabilité aux inondations et de l'aléa (lutte contre les facteurs anthropiques susceptibles d'aggraver les crues) constituent des enjeux importants (SAGE du Loir, 2009) (Figure 2.11).

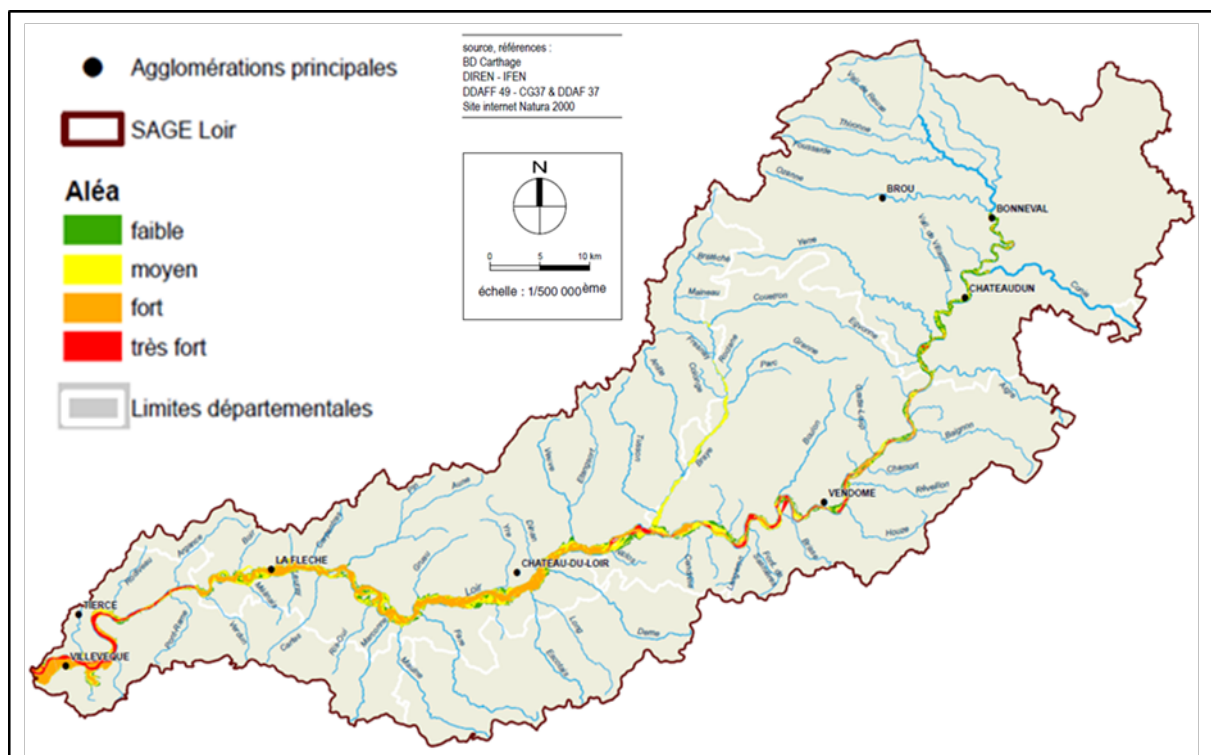


Figure 2.11- Zones d'aléa du bassin versant du Loir (Source : SAGE du Loir, 2009).

- Les travaux hydrauliques, la présence et la multiplication des ouvrages et la multiplication de plans d'eau sur la majorité des sous-bassins représentent les principales pressions exercées sur la morphologie des cours d'eau et sur la continuité écologique (sédimentaire et espèces aquatiques). A noter que la mauvaise qualité physico-chimique, particulièrement marquée en amont du bassin versant, contribue également à la dégradation de la qualité biologique des milieux aquatiques.
- La préservation des zones humides est également un enjeu identifié sur l'ensemble du territoire, de par leurs nombreuses fonctions hydrologiques et biologiques (SAGE du Loir, 2009) (Figure 2.12).

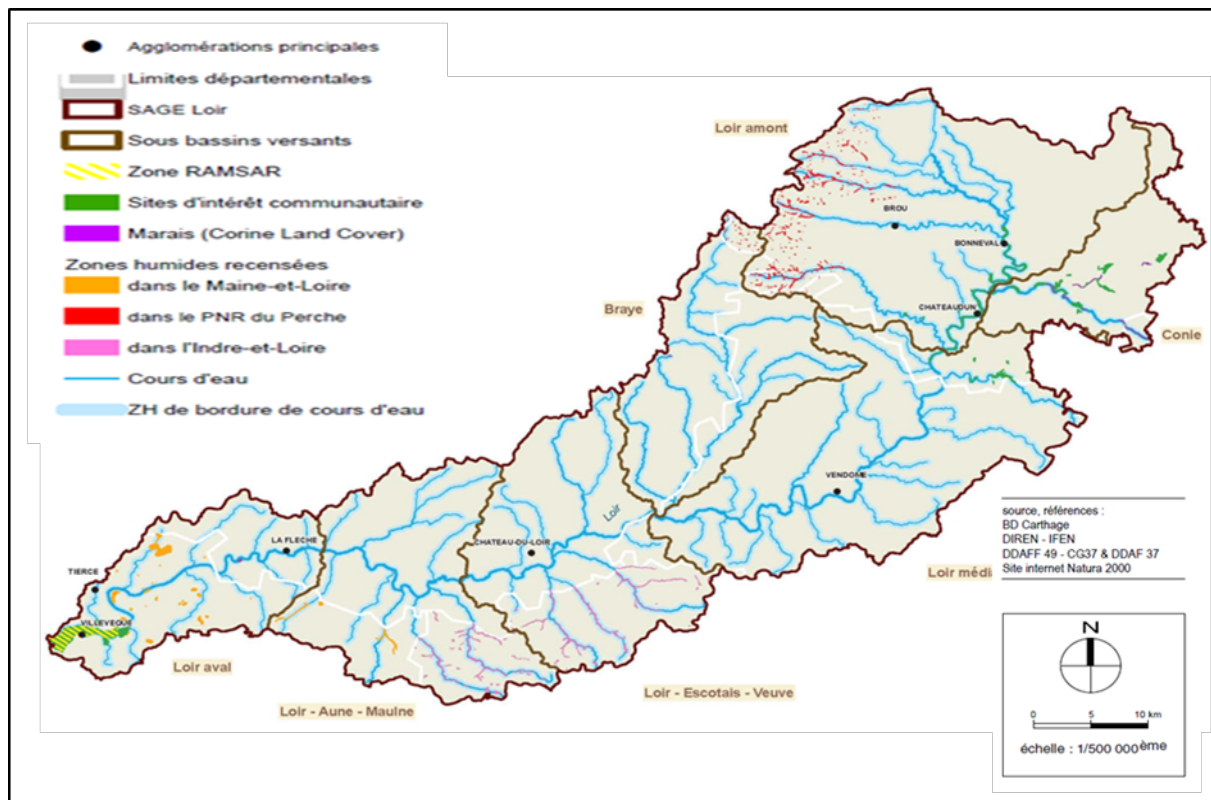


Figure 2.12- Zones humides du bassin versant du Loir (Source : SAGE du Loir, 2009).

- L'occupation du sol par l'agriculture agit sur la qualité de l'eau mais aussi sur celle des paysages comme cela a déjà été évoqué. Les vallées du Loir se caractérisent par un paysage très agricole avec une faible densité de surfaces artificielles et urbanisées. Les cultures sont à l'origine d'une augmentation des teneurs en nitrates de tous les forages voués à l'alimentation en eau potable du secteur (SAGE du Loir, 2009) (Figure 2.13). La tendance générale est l'augmentation des surfaces en grandes cultures au détriment de l'élevage et de la viticulture (vallée du Loir aval). Dans l'aval du bassin, l'élevage est en diminution au sein du territoire, et l'image des vallées herbagères peut s'en trouver ternie sur le long terme.
- Enfin, la maîtrise de l'étalement urbain est nécessaire pour concilier les intérêts agricoles avec les besoins de développement urbain. Les activités de loisirs représentent une part importante de l'économie touristique et constituent un enjeu fort, car chaque commune possède (ou projette) un équipement, tel que terrain de camping, terrain de sports, aire de détente ou de pique-nique, activités nautiques, situé en zone inondable (Rapport de présentation du PPR Loir, 2005).



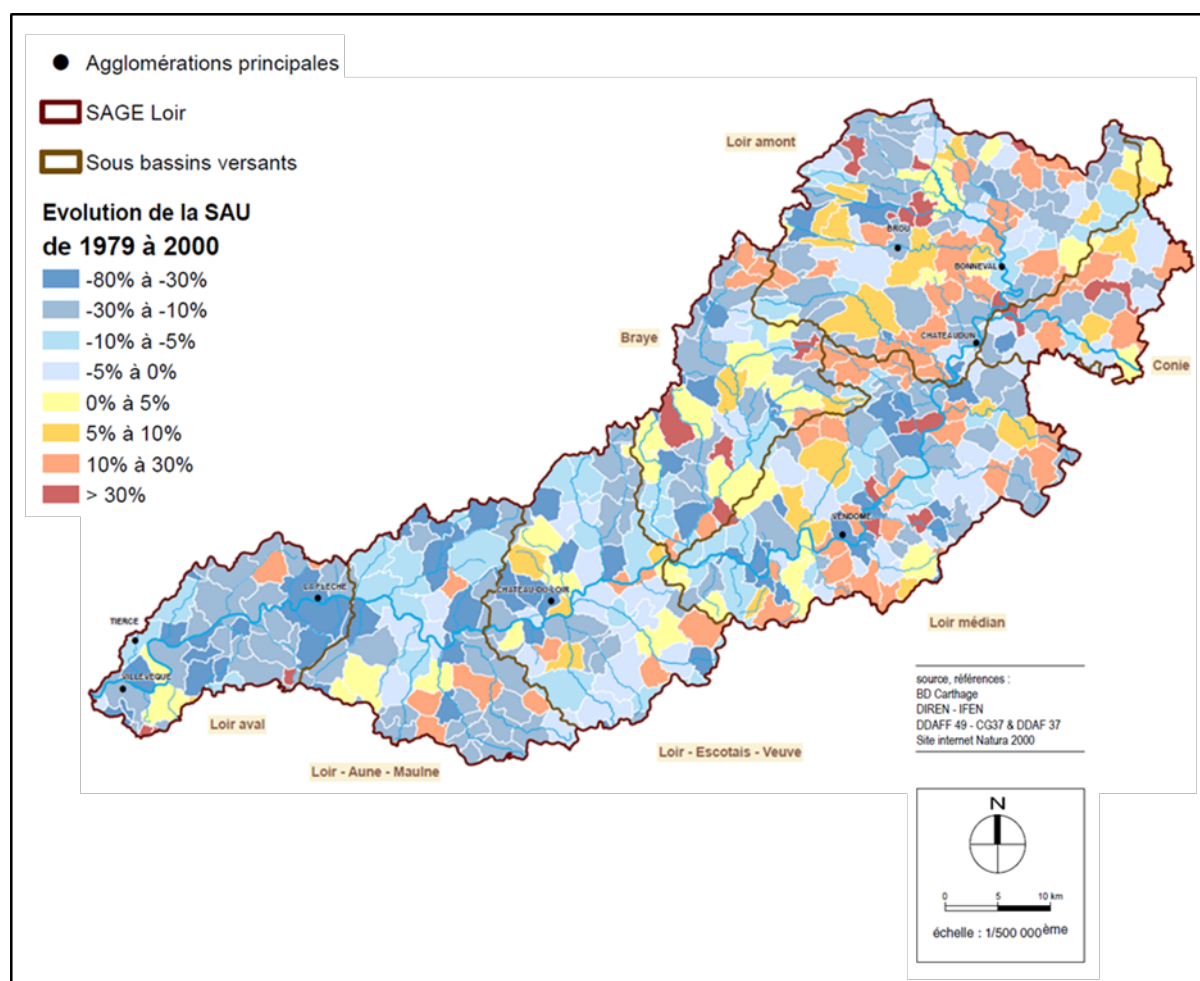


Figure 2.13- Evolution de la surface agricole utile (SAU) de 1987 à 2000 (Source : SAGE du Loir, 2009).

### 2.3. Le bassin de la Sarthe (hors Huisne)

La Sarthe prend sa source dans les collines du Perche à Soligny-la-Trappe (altitude de 257 m) dans l'Orne (Étude de cohérence du bassin de la Maine, 2007). A Angers, à son confluent avec la Mayenne et la Maine, l'altitude est de 14 m. Sa pente moyenne est ainsi de 0,8‰.

La rivière s'écoule d'abord du Nord-est au Sud-ouest jusqu'à Alençon, elle prend ensuite une direction Sud - Sud-est et traverse les Alpes mancelles par une vallée encaissée et sinueuse. En aval du Mans, la Sarthe reçoit les eaux de l'Huisne. Elle va vers l'ouest jusqu'à Sablé-sur-Sarthe et, de nouveau, vers le sud jusqu'à son confluent avec la Mayenne, avec laquelle elle forme la Maine, au Nord d'Angers à Ecoflant.

Peu avant cette rencontre (à environ 4 kilomètres en amont), la Sarthe reçoit son principal tributaire, le Loir, dont le cours est plus long que le sien (320 km). Le bassin versant de la Sarthe dans sa totalité est particulièrement étendu (16 374 km<sup>2</sup>)

Le bassin de la Sarthe possède des massifs séparés, forêt de Perseigne et forêt de Bellême, qui isolent des plaines intérieures comme celle d'Alençon où l'altitude est souvent inférieure à 150 m. c'est une plaine intérieure, dominée par des massifs forestiers. Centrée sur le Mans, se développe au milieu du bassin de la Sarthe une plaine basse. L'ensemble est doté d'altitude moins de 100 m. Des plateaux, d'altitude modestes, se placent à la périphérie de ces plaines : Champagne mancelle à l'Ouest, forêt de Bonnetable à l'Est, forêt de Vibraye au Sud-Est.

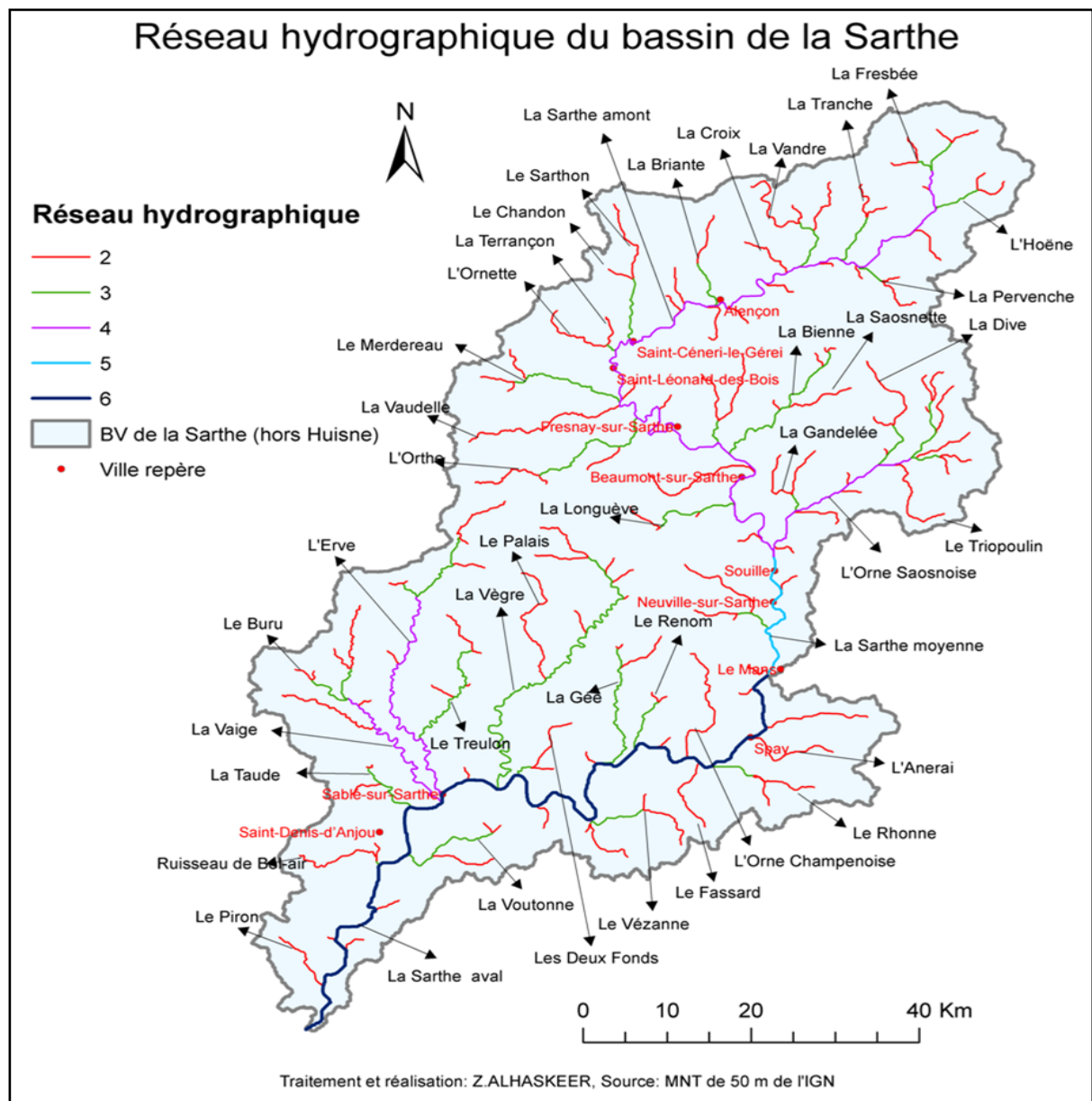


Figure 2.14- Réseau hydrographique du bassin de la Sarthe (Source : IGN de 50 m).

Sur le plan géologique, plusieurs sous-ensembles principaux peuvent être distingués (Étude de cohérence du bassin de la Maine, 2007) :

- Au nord-Est, les collines du Perche où la Sarthe prend sa source (dans la Forêt de la Trappe de Soligny à l'altitude de 257 m) sont constituées par des formations imperméables (argiles à silex, calcaires marneux, ...),
- Au nord-ouest, le massif des Coëvrons, les collines d'Ecouvres et les Alpes Mancelles font partie du socle armoricain et sont constitués par des roches métamorphiques (schistes),
- A l'ouest, les collines de la Charnie font également partie du socle armoricain (granites, schistes, grès),
- Le reste du bassin (Centre et Est) est implanté sur des terrains sédimentaires (sables et craies).

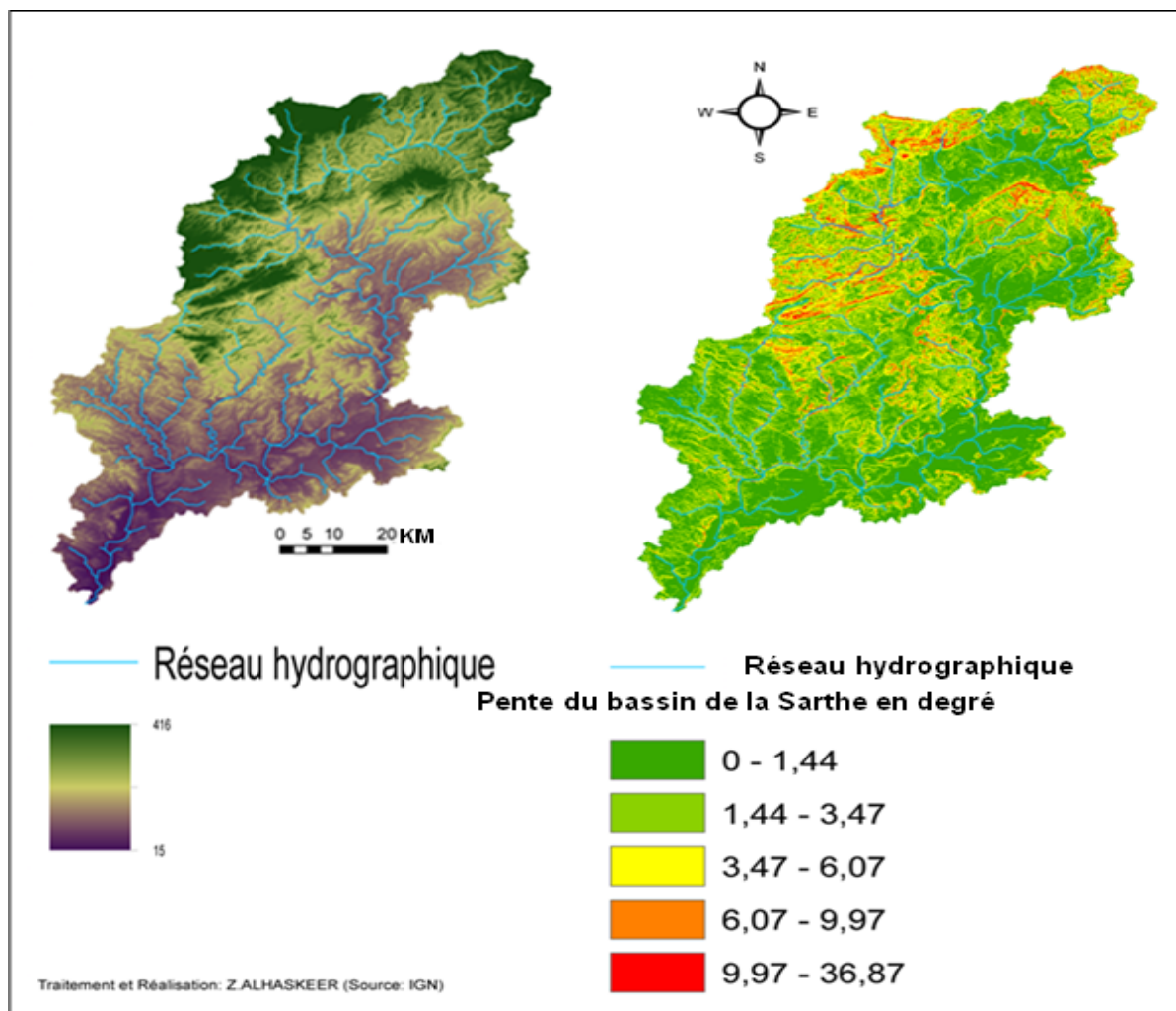


Figure 2.15- MNT et pente du BV de la Sarthe (Source : IGN de 50 m).

Le bassin versant de la Sarthe est ouvert à l'influence océanique qui conditionne la pluviométrie et les températures moyennes aux écarts peu accusés (SAGE, Sarthe amont, 2006). Au nord la plus forte pluviométrie annuelle observée est de l'ordre de 850 mm, au sud elle est plus proche de 700 mm.

Le bassin peut être divisé en plusieurs zones selon les hauteurs moyennes des précipitations enregistrées (SAGE, Sarthe amont, 2006) :

- l'Ouest où les précipitations moyennes annuelles sont supérieures à 825 mm, pouvant atteindre en certains points 925 mm ;
- l'extrême Nord-Est (région de la source de la Sarthe) et la région de la Forêt de Perseigne : les précipitations sont importantes, comprises entre 750 et 825 mm ;
- le secteur Sud-Est où les précipitations moyennes annuelles sont inférieures à 750 mm et pour une grande partie de la zone comprises entre 700 et 725 mm.
- La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant de la Sarthe Amont est de l'ordre de 800 mm/an.

Cinq stations hydrométriques (données Banque Hydro) sont répertoriées sur la Sarthe (Tableau 2.2). Le débit moyen de la Sarthe, lors de son confluent avec la Mayenne, est de l'ordre de 80 à 85 m<sup>3</sup>/s. D'une part, les dernières données aval de la DIREN donnent à la Sarthe un débit de 46,2 m<sup>3</sup>/s à Saint-Denis-d'Anjou) (Banque hydro), une dizaine de kilomètres en aval de Sablé-sur-Sarthe, mais bien avant la confluence avec le Loir qui lui apporte 35 m<sup>3</sup>/s.

C. d'eau	Code Station	Station hydro.	Période-	Module m3/s	Superficie	Module Qs	Débit mens.	Débit de
----------	--------------	----------------	----------	-------------	------------	-----------	-------------	----------



			Mesure		km <sup>2</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	d'étiage QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	crue QJ10 (m <sup>3</sup> /s)
La Sarthe	M0050620	La Sarthe à Saint-Céneri-le-Gérei	1979 - 2012	6,85	908	7,5	0,72	84
	M0250610	La Sarthe à Neuville-sur-Sarthe	1973 - 2012	20,00	2 716	7,4	1,90	270
	M0250620	La Sarthe à Souille	1993 - 2012	22,80	2 700	8,4	2	350
	M0500620	La Sarthe à Spay	1953 - 2012	34,70	5 285	6,6	6,9	340
	M0680610	La Sarthe à Saint-Denis-d'Anjou	1971 - 2012	46,20	7 380	6,3	8,2	490

Tableau 2.2- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Sarthe (Source : Banque Hydro, 2012).

Les débits mensuels interannuels sur la Sarthe présentent une variation et répartition saisonnière caractéristique des régions à climat tempéré (voir graphique ci-dessous) quelque soit la période sur laquelle ils sont calculés. Un pic est observable durant l'hiver en janvier-février tandis que la période d'étiage se situe en période estivale durant les mois de juin à septembre (Figure 2.16).

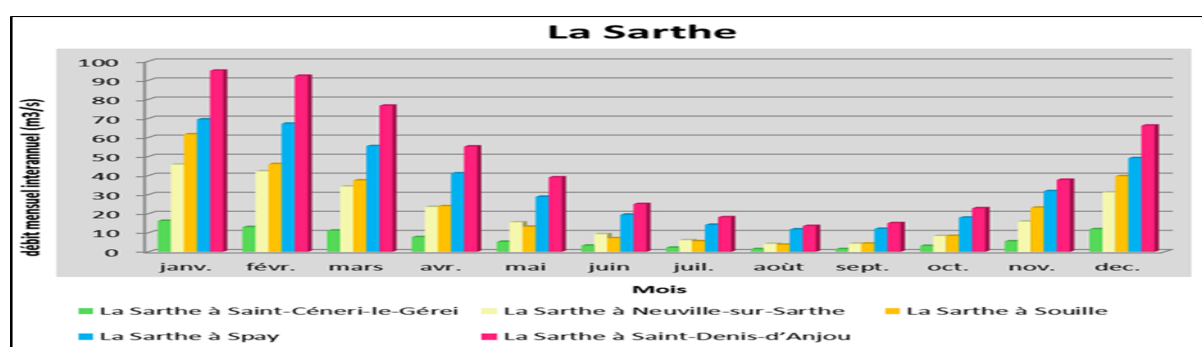


Figure 2.16- Débits mensuels interannuels de la Sarthe aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible (Banque hydro, 2012).

Les débits d'étiage caractéristiques du bassin versant sont estimés à partir des informations fournies aux différentes stations de jaugeage. Le QMNA peut chuter jusque 0,72 m<sup>3</sup>/s (à Saint-Céneri-le-Gérei) en cas de quinquennale sèche. Les crues peuvent être assez importantes. Au regard du QJ10, la Sarthe aval à Saint-Denis-d'Anjou constitue le sous bassin le plus contributif aux crues de la Sarthe (490 m<sup>3</sup>/s contre 270 et 84 m<sup>3</sup>/s respectivement pour Sarthe à Neuville-sur-Sarthe et Sarthe à Saint-Céneri-le-Gérei).

A partir de la base de couverture Corine Land Cover de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), la répartition des 5 grands types d'occupation, déjà définis pour le bassin du Loir, est représenté sur la figure 2.17. On constate que les territoires agricoles sont largement dominants dans le bassin de la Sarthe.

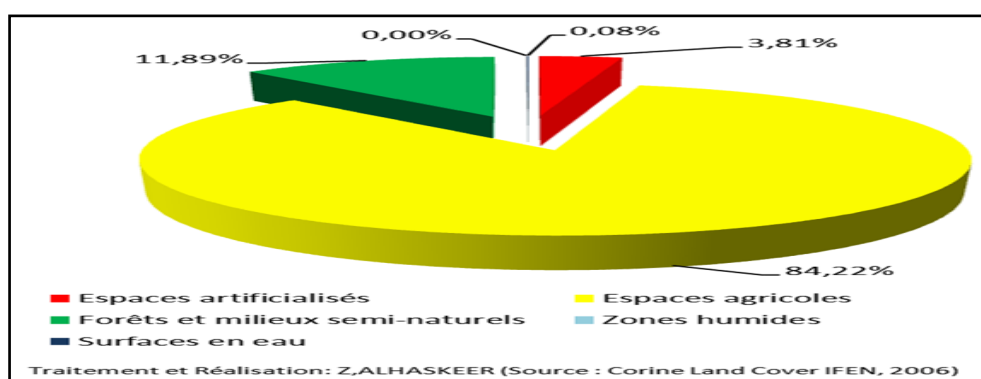


Figure 2.17- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Sarthe en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

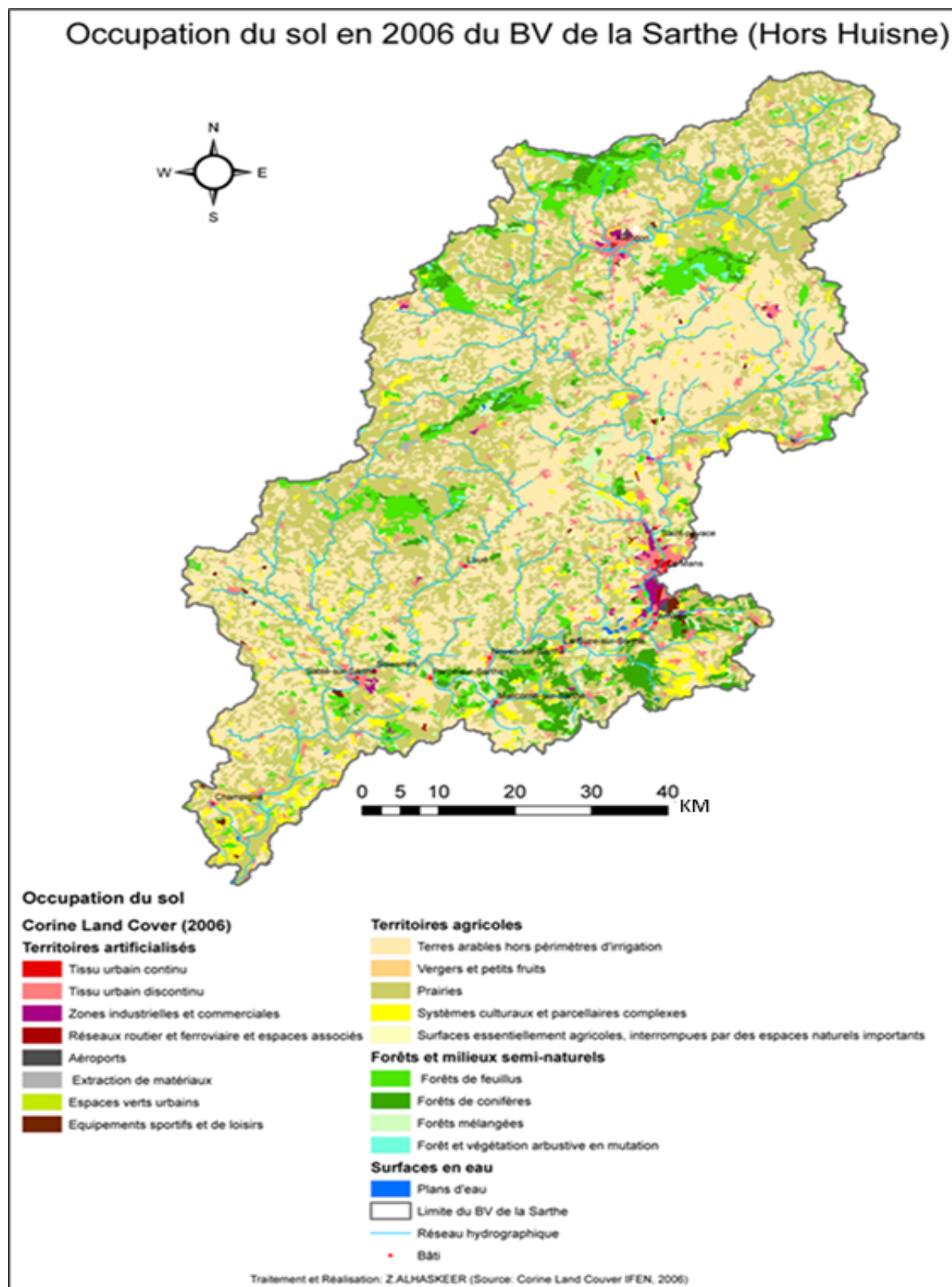


Figure 2.18- Occupation du sol en 2006 du BV de la Sarthe (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

Mais la carte de la répartition de ces grands types montre des variantes spatiales notables. L'amont du bassin est largement occupé par les secteurs en herbe. De même le centre est et le centre ouest sont occupés par les cultures. Ailleurs les différents types sont présents.

Les enjeux paysagers de vallée d la Sarthe concernent la préservation du caractère prairial et arboré des abords de la rivière, la maîtrise du développement du tissu urbain (étalement, mitage en bordure de la Sarthe et la valorisation du patrimoine bâti lié à l'eau. Une étude menée par le CAUE (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement) de la Sarthe montre l'ampleur du phénomène de "cabanisation" des bords de rivières (en 1993, sur 44 communes proches ou riveraines de la Sarthe, 27 sont touchées par ce phénomène, soit en recul par rapport à la berge, soit directement au bord de l'eau) (Atlas de la Sarthe, 2005).

#### 2.4. Le bassin de la Mayenne (hors Oudon)

La Mayenne prend sa source au Mont des Avaloirs (culminant à 417 m), sur le flanc nord de la partie culminante du massif armoricain, dans le département de l'Orne.

La rivière draine une vallée généralement étroite plus ou moins profonde. Le talweg commence à 293 m d'altitude dans la forêt de Multonne et se termine, 199 km plus loin, à la confluence avec la Sarthe, à l'altitude de 15 m. La pente moyenne des cours d'eau est de 1,4‰. Les morphologies dominantes sont des plateaux dans lesquels les vallées sont inscrites en creux. Seul l'amont présente un relief plus marqué constitué des crêtes de direction grossièrement Est-ouest alignées sur des accidents du socles, anciens plis en particulier.

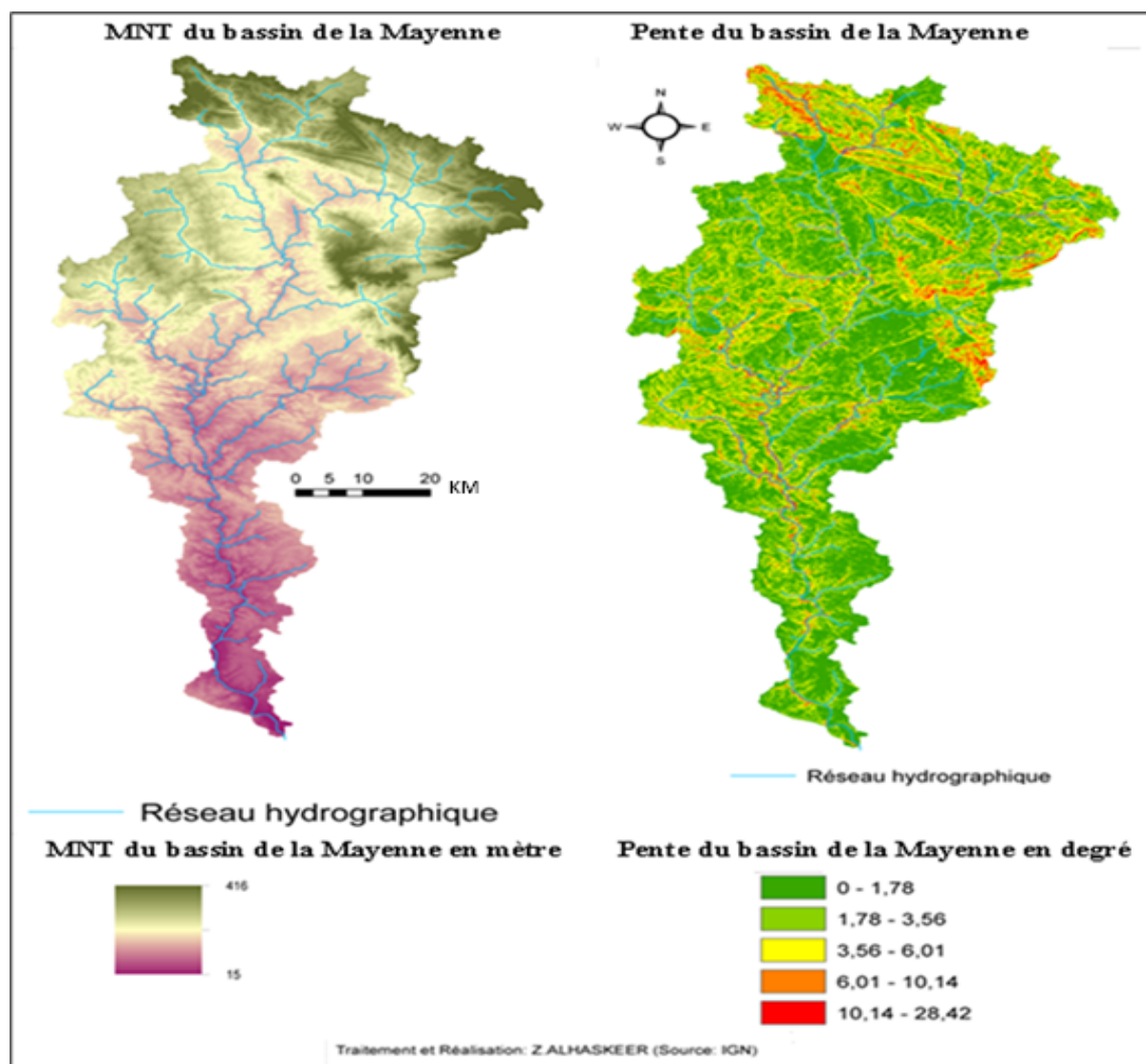


Figure 2.19- MNT et pente du BV de la Mayenne (Source : IGN de 50 m).

Les réseaux hydrographiques du bassin de la Mayenne est particulièrement dense, ce qui est une caractéristique des bassins où affleure le socle cristallin (Etude des crises hydrologiques du bassin de la Maine, 2005) (Figure 2.20).

A l'inverse des autres bassins, celui de la Mayenne est entièrement dégagé dans les matériaux du socle armoricain :

- La partie amont du bassin est située sur un terrain granitique ce qui constitue une zone très peu perméable.
- La partie aval est située sur un terrain sédimentaire primaire (schistes) également peu perméable (Etude de cohérence du Bassin de la Maine, 2007).

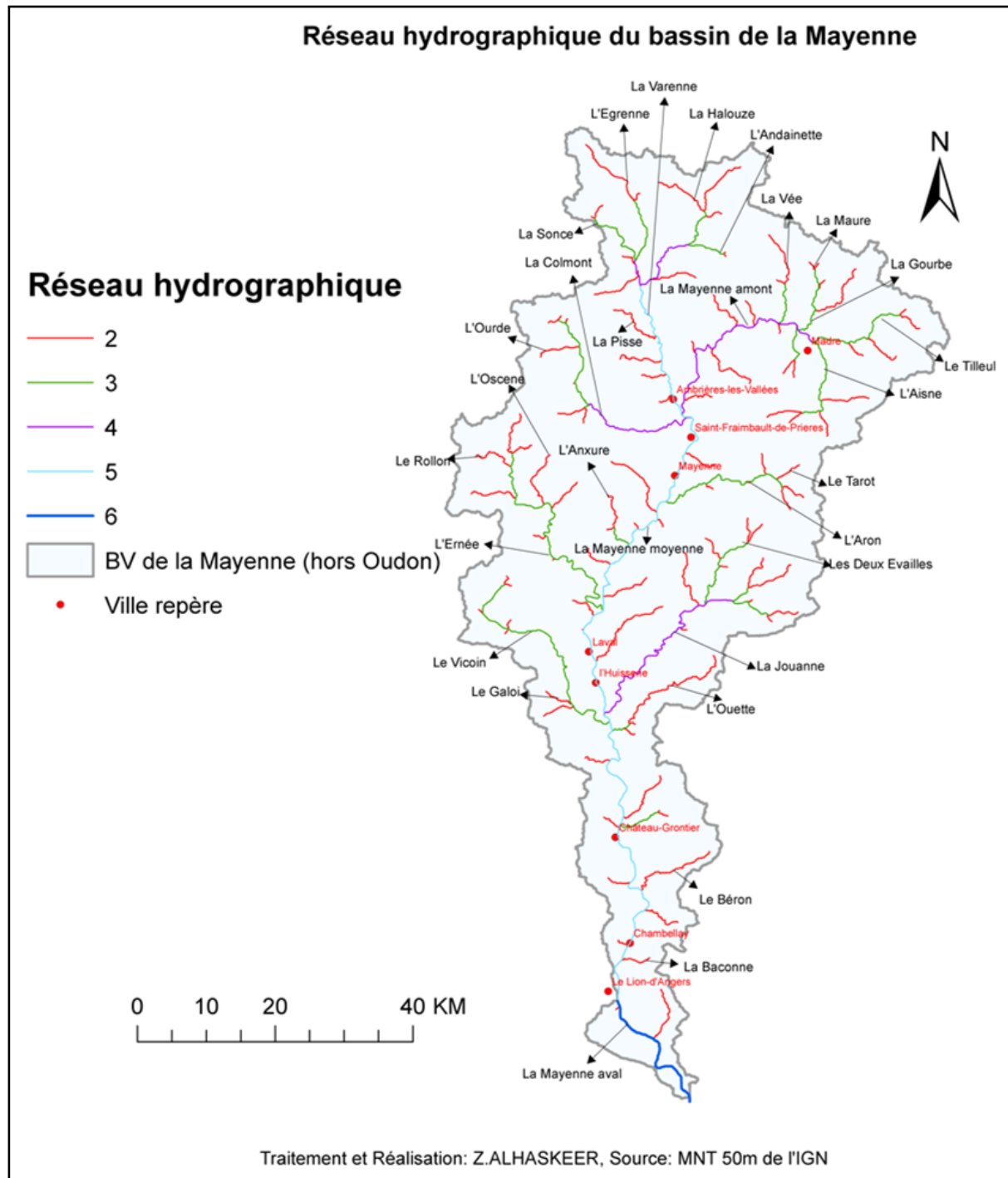


Figure 2.20- Réseau hydrographique du bassin de la Mayenne (Source : IGN de 50 m).

La Mayenne est la partie du bassin de la Maine la plus arrosée. Dans la partie nord les totaux annuels pluviométriques atteignant 1100 mm (Etude de cohérence du Bassin de la Maine). Elles diminuent progressivement vers l'aval jusqu'à 700 mm environ. L'hiver (novembre et avril) est la saison la plus arrosée.

Cela vaut à la rivière d'être bien alimentée. Mais le substratum imperméable amplifie les contrastes de débits entre la saison hivernale et la saison estivale comme le montre le figure 2.21. Six stations hydrométriques (données Banque Hydro) sont répertoriées sur la Mayenne (Tableau 2.3). Malgré des précipitations assez abondantes, le régime (pluvial océanique) de la Mayenne est irrégulier à cause de l'imperméabilité des grès, granits et schistes qui forment son bassin. Ainsi, pour un débit moyen de 39 m<sup>3</sup>/s avant la confluence avec l'Oudon, les étiages de la rivière peuvent être très bas (3 m<sup>3</sup>/s à Laval), les crues soutenues (360 m<sup>3</sup>/s dans cette même ville et plus de 550 m<sup>3</sup>/s à Chambellay).

C. d'eau	Code Station	Station hydro.	Période-Mesure	Module m <sup>3</sup> /s	Superficie km <sup>2</sup>	Module Qs l/s/km <sup>2</sup>	Débit mens. d'étiage QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	Débit de crue QJ10 (m <sup>3</sup> /s)
La Mayenne	M3020910	La Mayenne à Madre	1994 - 2012	3,52	335	10,5	0,1	57
	M3060910	La Mayenne à Ambrières-les-Vallées	1993 - 2012	8,42	828	10,2	0,41	110
	M3230920	La Mayenne à Saint-Fraimbault-de-Prieres	1970 - 2012	19,5	1851	10,5	1,7	230
	M3340910	La Mayenne à l'Huissierie	1971 - 2012	29,00	2890	10,0	2,7	360
	M3600910	La Mayenne à Château-Gontier	1970 - 2012	35,40	3910	9,0	3,1	500
	M3630910	La Mayenne à Chambellay	1965 - 2012	38,20	4160	9,2	3,1	550

Tableau 2.3- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Mayenne (Source : Banque Hydro, 2012).

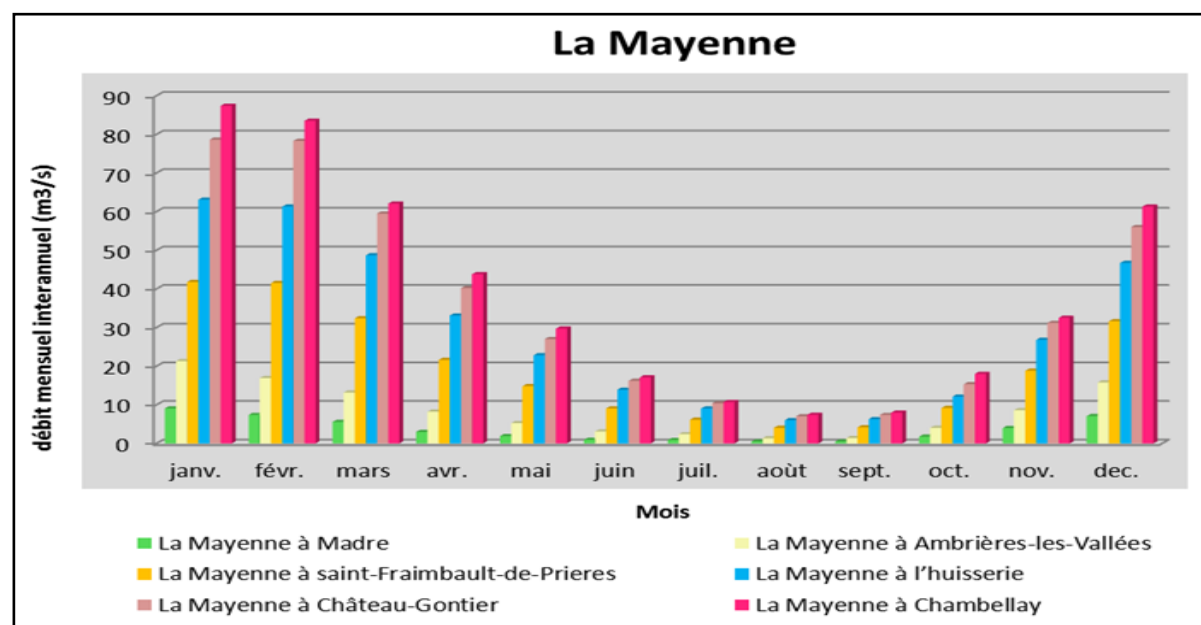


Figure 2.21- Débits mensuels interannuels de la Mayenne aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible (Source : Banque hydro, 2012).

Le débit de la Mayenne a été observé durant une période de 48 ans (1965-2012), à Chambellay, localité du département de Maine-et-Loire, située en amont de la confluence



avec la Sarthe, juste en amont du débouché de l'Oudon. À cet endroit, le bassin versant de la rivière est de 4 160 km<sup>2</sup> sur un total de 5 820, soit moins des trois quarts de l'entière du bassin (71,5 %), et sans les débits dus à l'Oudon, son affluent principal. Le module de la rivière à Chambellay est de 38,2 m<sup>3</sup>/s ce qui correspond à plus de 50 m<sup>3</sup> pour la totalité du bassin.

La Mayenne présente des fluctuations saisonnières de débit assez importantes, plus marquées que dans les bassins voisins de la Sarthe, de l'Huisne et du Loir, alternant les hautes eaux d'hiver, au débit mensuel moyen de 62 à 88 m<sup>3</sup>/s de décembre à mars inclus (maximum en janvier), avec des basses eaux d'été de juillet à septembre, entraînant une baisse du débit moyen mensuel jusqu'au niveau de 7,53 m<sup>3</sup> au mois d'août. Les débits d'étiage caractéristiques du bassin versant sont estimés à partir des informations fournies aux différentes stations de jaugeage. Le QMNA peut chuter jusque 0,1 m<sup>3</sup>/s (à Madré) en cas de quinquennale sèche. Les crues peuvent être assez importantes. Au regard du QJ10, la Mayenne aval à Chambellay constitue le sous bassin le plus contributif aux crues de la Mayenne (550 m<sup>3</sup>/s contre 230 et 57 m<sup>3</sup>/s respectivement pour Mayenne à Saint-Fraimbault-de-Prières et Mayenne à Madré). Les crues peuvent être importantes, aggravées par l'imperméabilité des sols. Le débit instantané maximal enregistré à cet endroit a été de 824 m<sup>3</sup>/s le 17 novembre 1974, tandis que la valeur moyenne journalière maximale était de 798 m<sup>3</sup>/s le 29 octobre 1966.

L'occupation du sol du bassin versant de la Mayenne est fortement marquée par les activités agricoles. Les prairies sont largement dominantes, elle permettent l'élevage bovin largement répandu. Les zones urbanisées représentent environ 1 % de la superficie totale du bassin versant.

A partir de la base de couverture Corine Land Cover, une analyse de l'occupation du sol permet d'indiquer la répartition surfacique des grands types :

- Les espaces artificialisés (3.29%)
- Les espaces agricoles (89.34%)
- Les forêts et milieux semi-naturels (7.19%)
- Les surfaces en eau (0.17%): cours d'eau et plans d'eau.

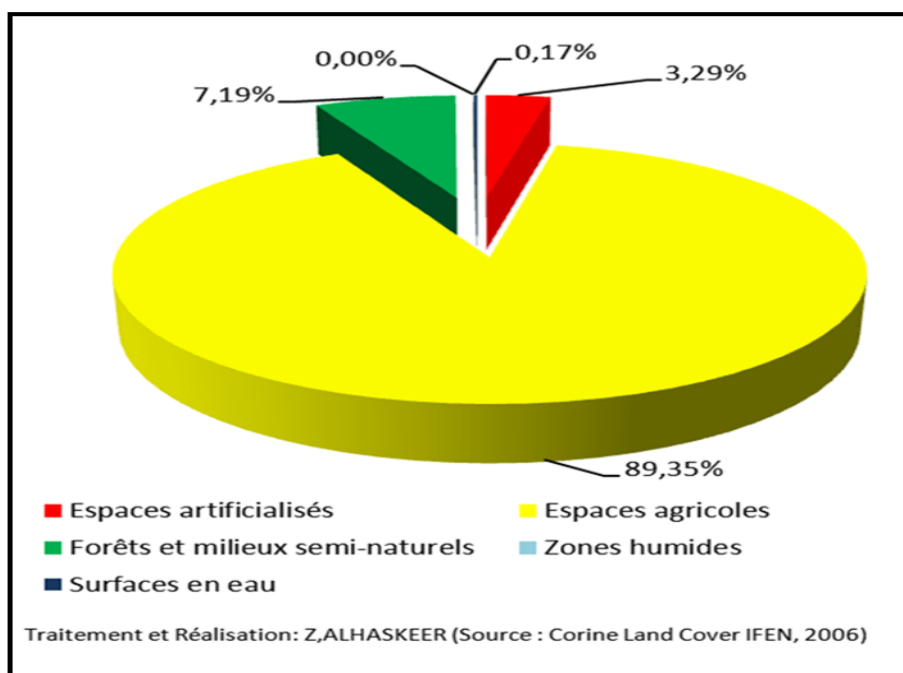


Figure 2.22- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Mayenne en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

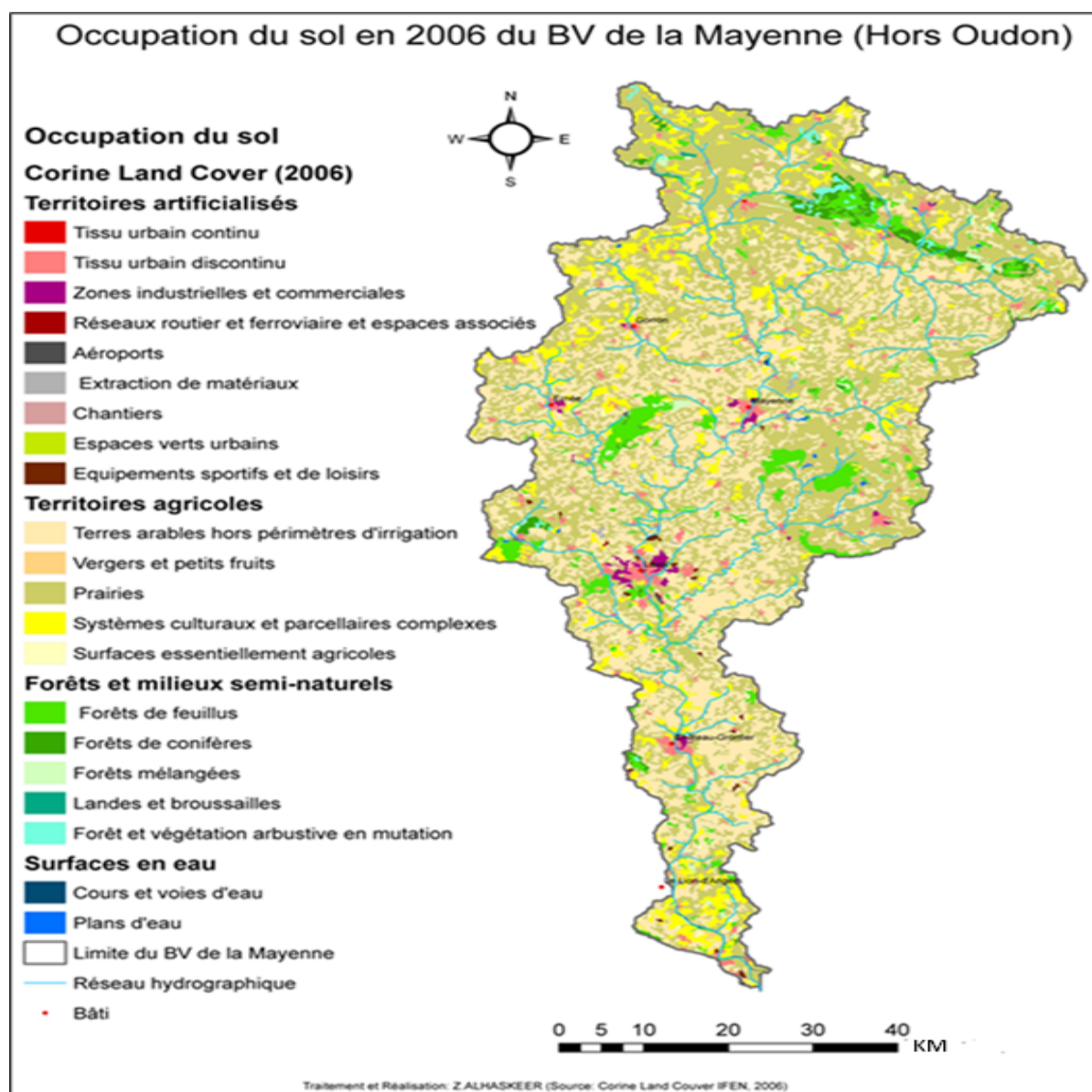


Figure 2.23- Occupation du sol en 2006 du BV de la Mayenne (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

Les enjeux paysagers de vallée d la Mayenne se rapportent :

- aux risques liés aux inondations. Plusieurs communes sont ainsi exposées mais la plupart sont situées au-dessus du lit majeur, perchées sur des replats ou à la base des versants.
- à l'activité agricole (polyculture et élevage) qui reste la principale ressource économique des vallées notamment par l'exploitation des prairies et les cultures. Les cultures maraîchères, sont peu représentées, et la populiculture occupe des surfaces limitées (PPRI, 2005). L'enjeu agricole principal est lié à l'extension de la culture du maïs et à l'élargissement et l'ouverture du maillage bocager,
- à l'augmentation de la fermeture des fonds de vallées dans la partie amont de la vallée de la Mayenne, la banalisation des paysages qui y est associée et ainsi d'une certaine manière, la perte d'identité des vallées, et l'uniformisation des paysages liés aux activités humaines. Enfin, la protection et la mise en valeur du patrimoine bâti lié à l'eau (moulins, fontaines...) ou naturel et archéologique présentent un enjeu important dans les paysages de vallées.



## 2.5. Le bassin de l'Huisne

Le bassin de l'Huisne, situé à cheval sur les régions du Perche au nord et du Haut-Maine au sud est située dans les départements de l'Orne (Région Basse-Normandie), d'Eure-et-Loir (Région Centre) et de la Sarthe (Région Pays-de-la-Loire). Le bassin de l'Huisne se caractérise par une grande diversité morphologique créant ainsi une mosaïque de paysages où la principale unité territoriale structurante est la vallée de l'Huisne (SAGE de l'Huisne, 2003). L'Huisne prend sa source à une altitude proche de 180 m au nord-ouest de la Forêt de Bellême. Le bassin versant de l'Huisne a une superficie totale de 2300 km<sup>2</sup>. Il a une forme plutôt allongée. Sa vallée s'étend sur 130 km de long mais la rivière, méandriforme, parcourt 192 km jusqu'à sa confluence avec la Sarthe au Mans (Sarthe), à environ 40 mètres d'altitude. L'Huisne, rivière d'ordre 5 (Figure 2.25), draine un bassin parcouru par 1778 km de cours d'eau. Le bassin versant de l'Huisne peut être découpé en deux parties (SAGE de l'Huisne, 2003) :

- le bassin versant à l'amont de la Ferté-Bernard : les pentes sont les plus fortes et la forme du bassin est compacte,
- le bassin versant aval, entre la Ferté-Bernard et le Mans : le bassin y est beaucoup plus allongé.

La rivière Huisne a deux directions privilégiées :

- de sa source jusqu'à Condé-sur-Huisne, la rivière coule du nord-ouest vers le sud-est,
- de Condé-sur-Huisne jusqu'à sa confluence avec la Sarthe, la rivière coule du nord-est vers le sud-ouest.

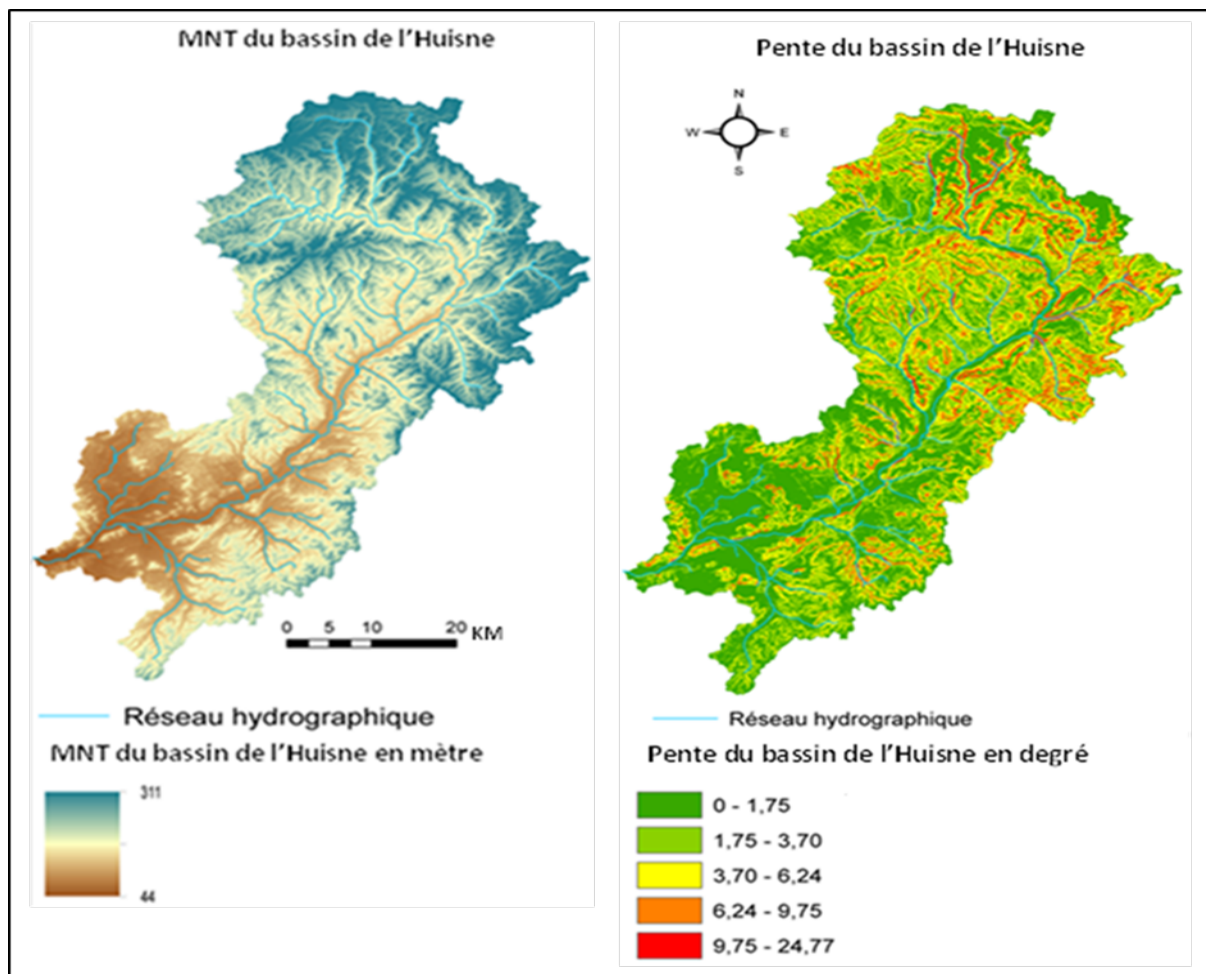


Figure 2.24- MNT et pente du BV de l'Huisne (Source : IGN de 50 m).

La pente moyenne de l'Huisne est de 0,8 ‰, sans ruptures nettement affirmées. A l'amont et jusqu'à Nogent-le-Rotrou, l'Huisne coule dans une vallée large et peu encaissée. En aval de Nogent-le-Rotrou, et surtout de Connerré, la vallée présente des dimensions plus importantes (Etude de cohérence du Bassin de la Maine, 2007).

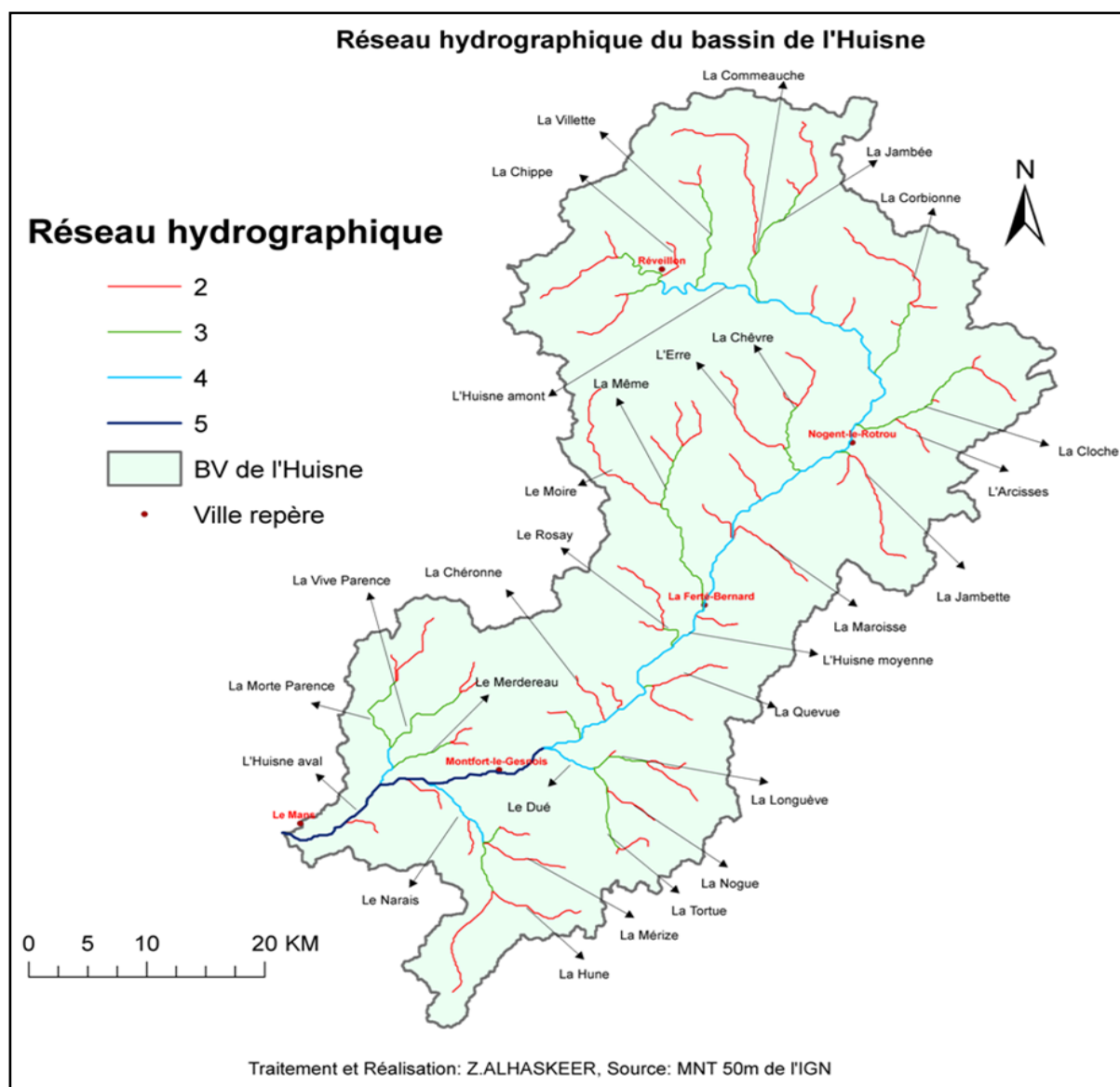


Figure 2.25- Réseau hydrographique du bassin de l'Huisne (Source : IGN de 50 m).

Le substratum géologique du bassin versant de l'Huisne est caractérisé par des assises principalement crayeuses ou sablo-crayeuses. Le fond de vallée est masqué par la couverture alluvionnaire.

Au niveau du bassin versant de l'Huisne, la pluviométrie décroît de l'amont vers l'aval. Le bassin présente un climat océanique à légère tendance continentale avec des précipitations faibles, comprises entre 650 mm et 850 mm (SAGE Huisne, 2003).

Dans le bassin de la Maine, l'Huisne occupe une place spécifique en raison du soutien de l'écoulement assuré par les nappes souterraines dont l'eau est stockée dans le substratum perméable. Les débits qui se répartissent selon deux commandes, apports pluviométriques d'une part, apports souterrains par les nappes d'autre part, connaissent un régime pondéré (Tableau 2.4). En moyenne la disponibilité en eau dans le bassin de l'Huisne est assez bonne.

C. d'eau	Code Station	Station hydro.	Période-Mesure	Module m3/s	Superficie km²	Module Qs l/s/km2	Débit mens. d'étiage QMNA5 (m3/s)	Débit de crue QJ10 (m3/s)
L'Huisne	M0301510	L'Huisne à Réveillon	1996 - 2012	0,54	78,8	6,8	0,23	9,3
	M0361510	L'Huisne à Nogent-le-Rotrou	1972 - 2012	6,13	827	7,4	2,9	60
	M0421510	L'Huisne à Montfort-le-Gesnois	1983 - 2012	12,70	1890	6,7	4,8	110

Tableau 2.4- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur l'Huisne (Source : Banque Hydro, 2012).

Le débit de l'Huisne a été observé sur une période de 30 ans (1983-2012), à Montfort-le-Gesnois, localité du département de la Sarthe, située à une vingtaine de kilomètres en amont de la ville du Mans donc du confluent avec la Sarthe. À cet endroit le bassin versant de la rivière est de 1 890 km<sup>2</sup> (sur un total de 2 385). Les chiffres suivants excluent notamment ceux de la Parence et du Narais. Le module de la rivière à Montfort-le-Gesnois est de 12,7 m3/s. Les débits d'étiage caractéristiques du bassin versant sont estimés à partir des informations fournies aux différentes stations de jaugeage. Le QMNA peut chuter jusque 0,2 m3/s (à Réveillon) en cas de quinquennale sèche ce qui reste très confortable. Les crues peuvent être assez importantes. Au regard du QJ10, l'Huisne aval à Montfort-le-Gesnois constitue le sous bassin le plus contributif aux crues de l'Huisne (110 m3/s contre 60 et 9,3 m3/s respectivement pour Huisne à Nogent-le-Rotrou et Huisne à Réveillon).

L'Huisne présente les fluctuations saisonnières de débit peu importantes et typiques des rivières du bassin ligérien nord-occidental, avec des hautes eaux d'hiver portant le débit mensuel moyen à un niveau situé entre 13,1 et 22,9 m3/s (à Montfort-le-Gesnois), de décembre à avril inclus (maximum en janvier), et des basses eaux d'été de mi-juin à octobre, avec une baisse du débit moyen mensuel allant jusque 6,80 m<sup>3</sup> au mois d'août, ce qui reste assez abondant.

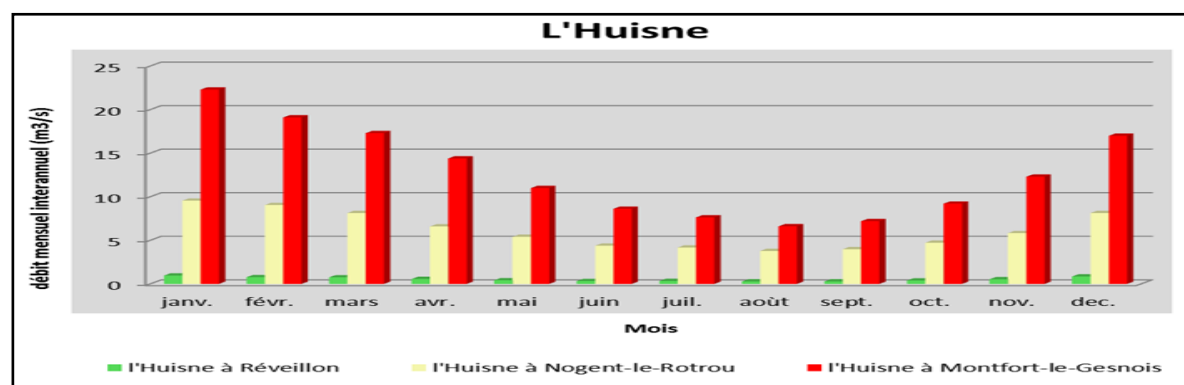


Figure 2.26- Débits mensuels interannuels de l'Huisne aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible (Source : Banque hydro, 2012).

Le bassin de l'Huisne est caractérisé par des activités agricoles importantes. Les terres arables, les prairies et le bocage se partagent équitablement le territoire. Les terres labourées se trouvent principalement dans la partie est du bassin, région de plus en plus sous l'influence de la Beauce. Les prairies, liées à l'élevage, dominent toujours dans la partie du Perche, tandis que le bocage domine dans la partie sarthoise. La forêt couvre à peine 18,36 % du bassin. Les principaux massifs forestiers sont localisés à l'amont du bassin (par exemple : forêt de

Bellême, forêt de Réno Valdieu). Les zones humides sont suffisamment étendues dans le bassin de l'Huisne.

A partir de la base de couverture Corine Land Cover (Figure 2.27), une analyse de l'occupation du sol permet d'indiquer la répartition surfacique des différents grands types définis de la manière suivante :

- Les espaces artificialisés (3.57%)
- Les espaces agricoles (77.95%)
- Les forêts et milieux semi-naturels (18.36%)
- Les surfaces en eau (0.13%)

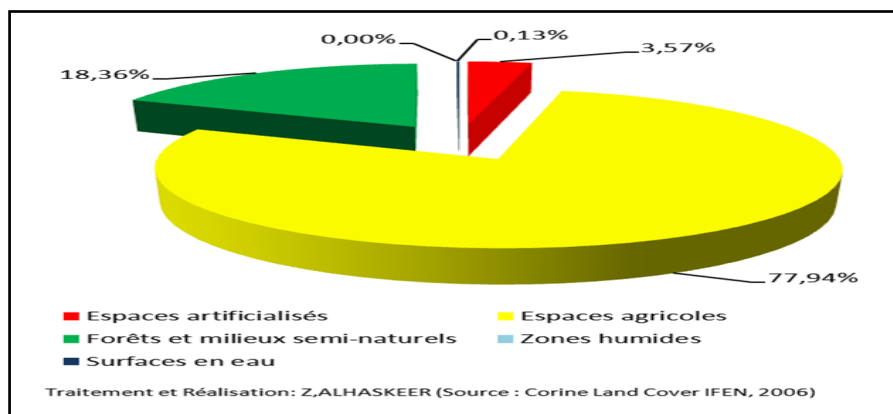


Figure 2.27- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de l'Huisne en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

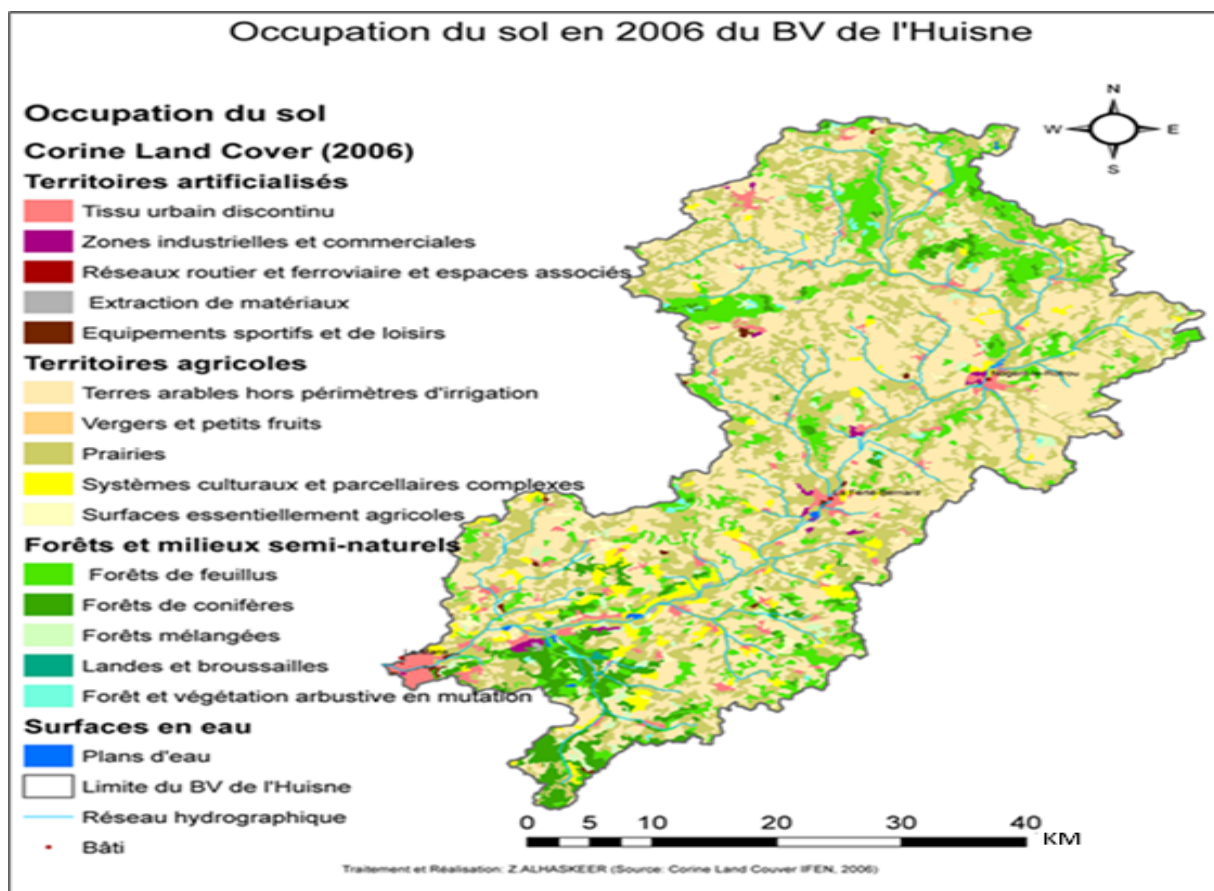


Figure 2.28- Occupation du sol en 2006 du BV de l'Huisne (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).



Les principaux enjeux ne sont pas vraiment originaux. Ils sont reliés :

- au risque d'inondation dans les agglomérations. Les secteurs les plus vulnérables se situent sur la vallée de l'Huisne, en particulier sur les communes du Mans, de La Ferté-Bernard, de Nogent-le-Rotrou et de Rémalard.
- A la protection et à la réhabilitation des écosystèmes aquatiques.
- A l'amélioration de la qualité des eaux pour l'approvisionnement en eau potable et la réduction des risques de pollutions.
- Enfin, la forte pression agricole présente un enjeu important dans les vallées de l'Huisne.

## 2.6. Le bassin de l'Oudon

L'Oudon est un affluent de rive droite de la Mayenne. Son bassin versant couvre une superficie de 1515 km<sup>2</sup>. L'Oudon prend sa source au niveau de la commune de la Gravelle à une altitude de 145 m, La rivière est longue de 92 km et elle s'écoule selon une pente moyenne de 1,4 ‰. Le bassin versant de l'Oudon a une forme plutôt triangulaire avec un axe principal nord-sud en amont de Segré et un axe nord-ouest / sud-est en aval.

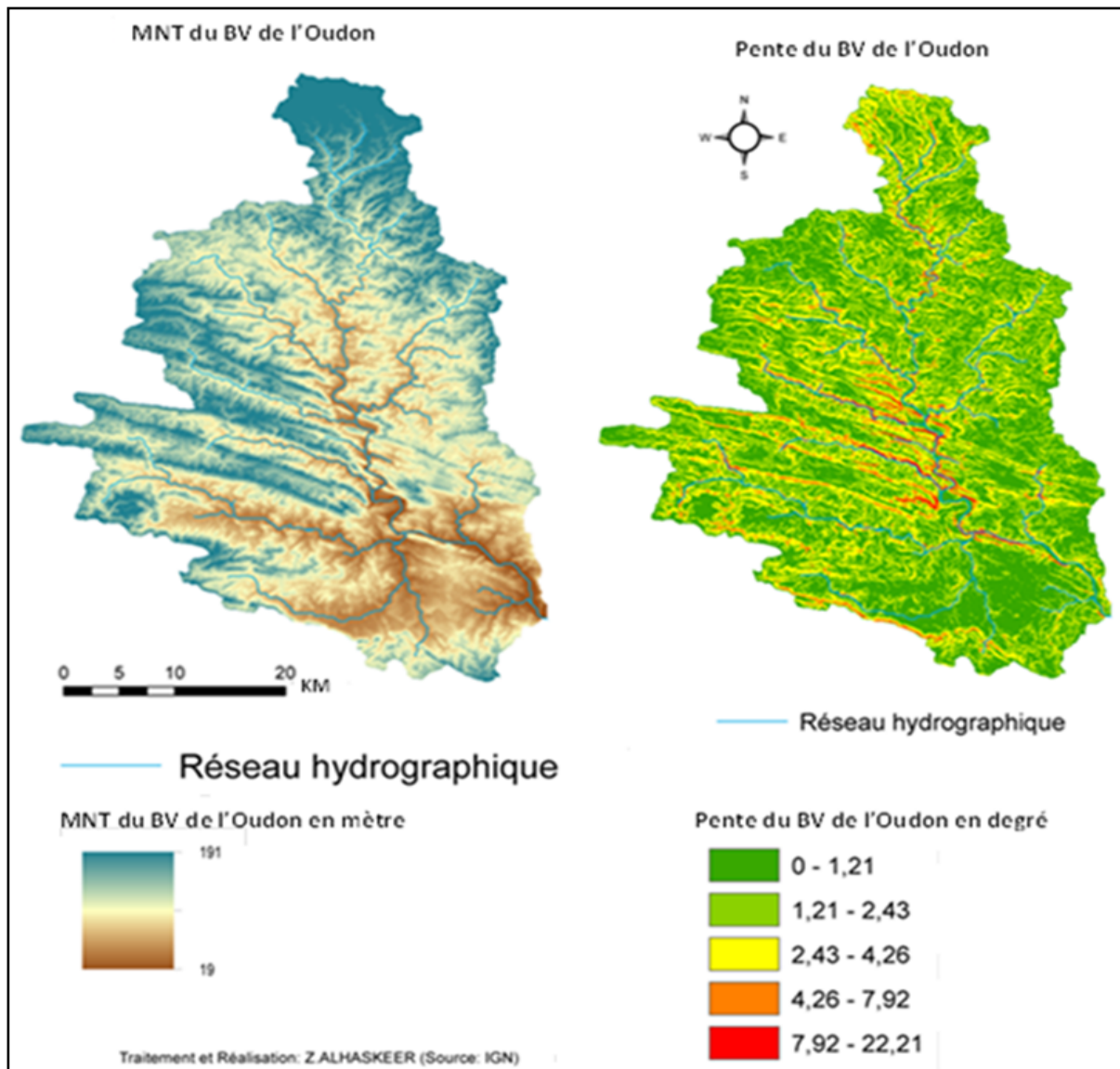


Figure 2.29- MNT et pente du BV de l'Oudon (Source : IGN de 50 m).

Le relief se compose d'un plateau ondulé et incliné selon une orientation Nord-Sud, compris entre 60 et 120 m d'altitude. Il présente un caractère atone, traversé par une vallée peu encaissée où coule l'Oudon. Le Sud du bassin est creusé de rivières circulant dans d'étroites et de nombreuses vallées, orientées Est-Ouest. Le Nord présente un relief plus accidenté, composé de buttes arrondies.

Le bassin de l'Oudon, est parcouru par un réseau hydrographique dense et très homogène. Il représente un linéaire d'environ 175 km (Schéma de Cohérence Territoriale, 2006). Cette densité est expliquée par le substratum globalement peu perméable.

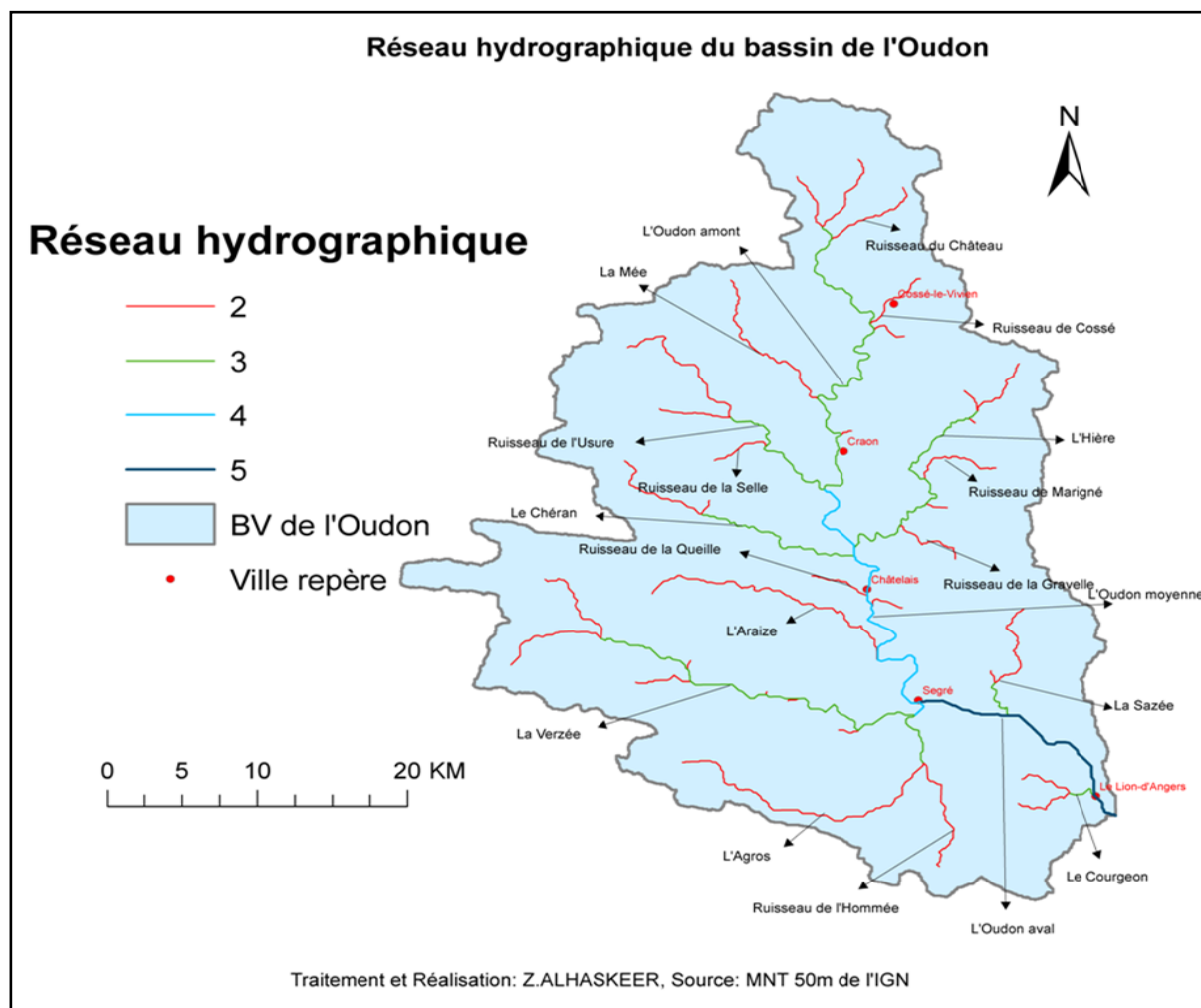


Figure 2.30- Réseau hydrographique du bassin de l'Oudon (Source : IGN de 50 m).

Le bassin versant de l'Oudon est marqué par l'affleurement du socle cadomien, constitué de roches éruptives et métamorphiques d'âge Briovérien. Au cœur de la vallée, le socle est masqué par les placages d'alluvions plio-quaternaires, au-dessus des assises de schistes et de grès briovérien qui constituent l'aquifère principale de la région (Etude de cohérence du Bassin de la Maine, 2007).

La pluviométrie annuelle décroît du nord vers le sud de 800 mm à 680 mm (Etude de cohérence du Bassin de la Maine, 2007).

Le débit moyen interannuel ou module de la rivière à Segré est de 9,04 m<sup>3</sup>/s (Banque Hydro). Le débit de l'Oudon a été observé durant une période de 18 ans (1995-2012), à Segré, ville du département de Maine-et-Loire située juste en amont du débouché de l'Oudon dans la Mayenne près du Lion-d'Angers. À cet endroit, le bassin versant de la rivière est de 1 310 km<sup>2</sup>

sur un total de plus ou moins 1 350 km<sup>2</sup>. Le module de la rivière à Segré est de 8,11 m<sup>3</sup>/s (Tableau 2.5).

C. d'eau	Code Station	Station hydro.	Période-Mesure	Module m <sup>3</sup> /s	Superficie km <sup>2</sup>	Module Qs l/s/km <sup>2</sup>	Débit mens. d'étiage QMNA5 (m <sup>3</sup> /s)	Débit de crue QJ10 (m <sup>3</sup> /s)
L'Oudon	M3711810	l'Oudon à Cossé-le-Vivien	1988 - 2012	0,88	133	6,6	0,004	20
	M3771810	l'Oudon à Châtelais	1973 - 2012	3,81	734	5,2	0,014	82
	M3851810	l'Oudon à Segré	1995 - 2012	8,11	1310	6,2	0,04	170

Tableau 2.5- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur l'Oudon (Source : Banque Hydro, 2012).

L'Oudon présente des fluctuations saisonnières de débit assez importantes, plus marquées que dans les bassins voisins de la Sarthe, de l'Huisne, du Loir, et même de la Mayenne, alternant les hautes eaux d'hiver, au débit mensuel moyen à Segré de 14,9 à 23,9 m<sup>3</sup>/s de décembre à mars inclus (maximum en janvier), avec des basses eaux d'été de juillet à septembre, entraînant une baisse du débit moyen mensuel jusqu'au niveau de 0,526 m<sup>3</sup> au mois d'août (à peine un demi mètre cube) (Figure 2.31).

Les débits d'étiage caractéristiques du bassin versant sont estimés à partir des informations fournies aux différentes stations de jaugeage. Le QMNA peut chuter encore bien plus bas, en cas de période quinquennale sèche, et tomber jusqu'à 0,004 m<sup>3</sup>/s à Cossé-le-Vivien, soit 4 litres par seconde, ce qui est extrêmement sévère, le cours d'eau se retrouvant ainsi presque à sec. D'autre part les crues peuvent être fort importantes, aggravées comme dans l'ensemble du bassin de la Mayenne, par l'imperméabilité des sols. Au regard du QJ10, l'Oudon aval à Segré constitue le sous bassin le plus contributif aux crues de l'Oudon (170 m<sup>3</sup>/s contre 82 et 20 m<sup>3</sup>/s respectivement pour Oudon à Châtelais et Oudon à Cossé-le-Vivien). Le débit instantané maximal enregistré à Segré a été de 251 m<sup>3</sup>/s le 6 janvier 2001, tandis que la valeur journalière maximale était de 234 m<sup>3</sup>/s à la même date.

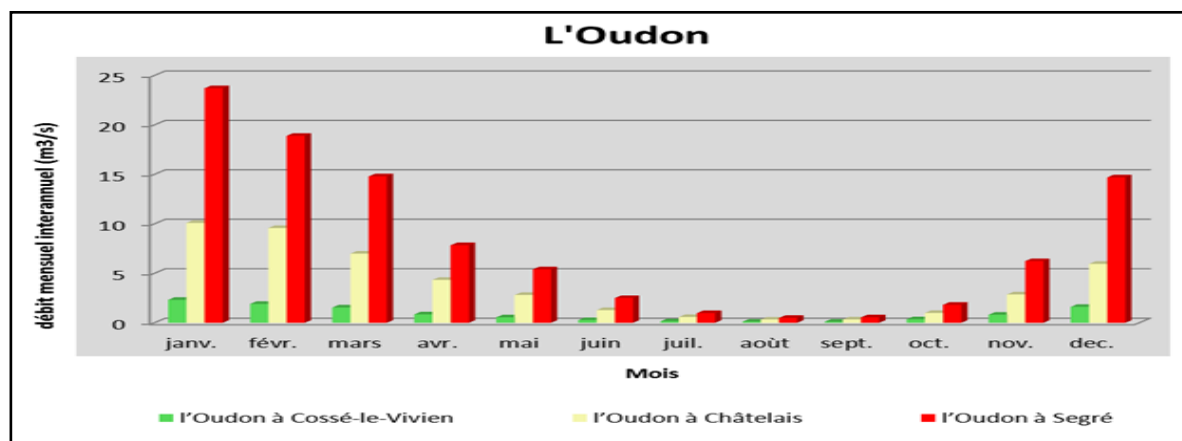


Figure 2.31- Débits mensuels interannuels de l'Oudon aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible (Source : Banque hydro, 2012).

L'occupation du sol du bassin versant de l'Oudon est fortement agricole. Entre 1988 et 1996, beaucoup de zones de pâturage ont été remplacées en zones de cultures céréalières (d'après SAGE de l'Oudon).

A partir de la base de couverture Corine Land Cover, l'occupation du sol présente les caractéristiques suivantes :

- Les espaces artificialisés (2.83%)
- Les espaces agricoles (92.35%)
- Les forêts et milieux semi-naturels (4.69%)



- Les surfaces en eau (0.13%)

A la lecture de la figure 2.33, on constate que le bassin de l'Oudon est majoritairement occupé par des terres agricoles soit plus de 92% de la surface du territoire. Les terres arables sont réparties de manière homogène alors que les prairies s'articulent le long des cours d'eau. Cette organisation de la répartition des cultures montre l'importance de l'élevage et des cultures associées (Schéma de Cohérence Territoriale, 2006). Les systèmes culturaux et parcellaires complexes se situent sur des zones de relief accidenté comme le Sud-Est et le Nord, marquées par quelques thalwegs. Bien que le bocage compose l'identité du territoire, les boisements représentent à peine 4,96% du territoire. Les surfaces en eau, et particulièrement les zones humides sont peu représentées sur le bassin de l'Oudon, soit à peine 1%. La part des territoires artificialisés conforte l'identité rurale du secteur. Les zones urbaines à vocation d'habitat, industrielles ou commerciales représentent seulement 2,83 % du territoire. On peut conclure que le bassin de l'Oudon est donc caractérisé par la prédominance de prairies permanentes et temporaires et les surfaces boisées peu importantes et la faible proportion de zones humides.

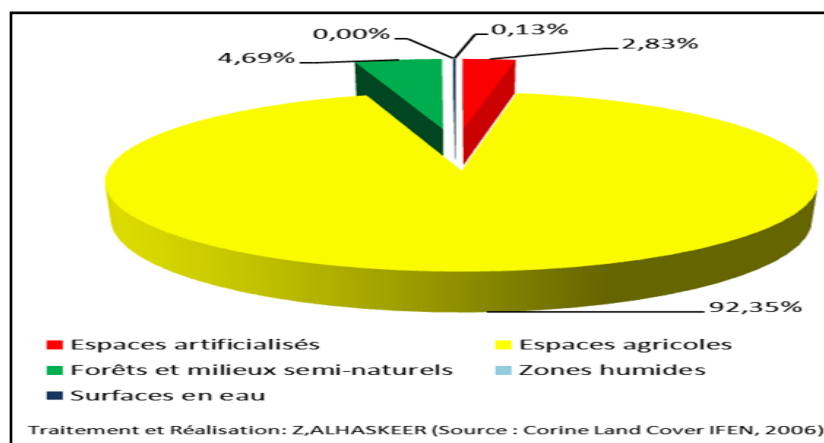


Figure 2.32- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de l'Oudon en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

Dans ce bassin, la vallée de l'Oudon est essentiellement occupée par les activités agricoles, qui découpent l'espace en grandes parcelles. Souvent, des zones denses en végétation marquent les talwegs et mettent en évidence les rivières et ruisseaux. Au contraire, la ripisylve peut parfois complètement disparaître, ce qui entraîne une perte de lisibilité du réseau hydrographique (Schéma de Cohérence Territoriale, 2006). Les villages situés sur l'Oudon (tel que Craon) ne sont visibles que dans l'axe de la vallée. Les plantations de plus en plus conséquentes de peupleraies entraînent une banalisation et une fermeture du paysage.

La préservation de la ressource en eau et l'amélioration de sa qualité sont des enjeux fondamentaux dans le bassin de l'Oudon. La protection des zones humides et des milieux riverains des cours d'eau présente un enjeu important. Les risques naturels et technologiques présents sur le bassin de l'Oudon ne présentent pas d'enjeu majeur (Schéma de Cohérence Territoriale, 2006). Seul le risque d'inondation lié à la problématique de la gestion des eaux usées demande une attention particulière. D'une part, il est indispensable d'entretenir le bocage actuel, d'en compléter éventuellement la structure, pour maintenir un agro-écosystème de qualité. Enfin, l'agriculture doit être loin aux zones des vallées.

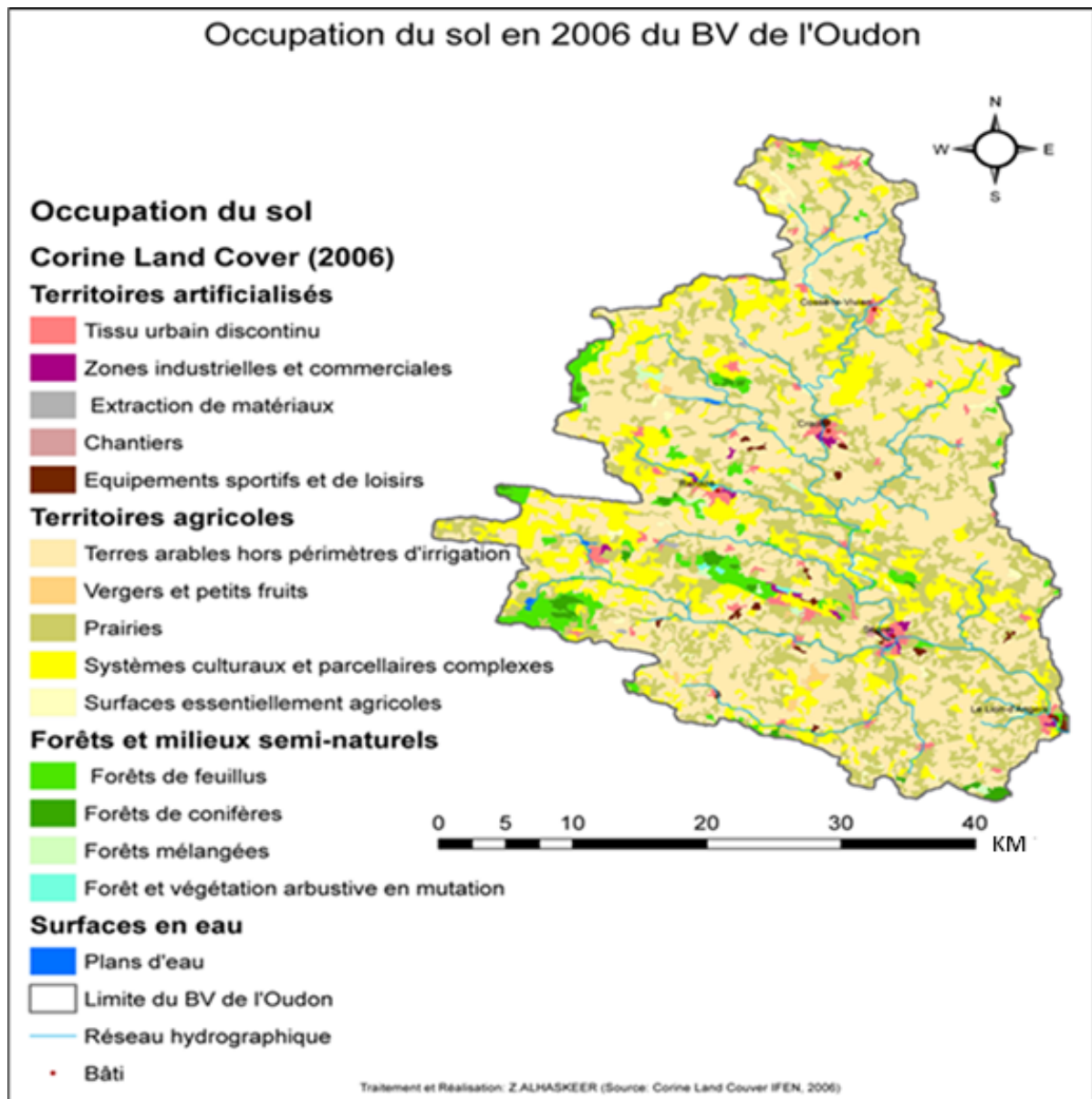


Figure 2.33- Occupation du sol en 2006 du BV de l'Oudon (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

## 2.7. Le bassin de la Maine aval

La Maine aval naît 2 km en amont d'Angers, de la confluence de la Mayenne et de la Sarthe, grossie du Loir. C'est une rivière importante qui va se jeter dans la Loire, amplifiant sensiblement l'envergure du fleuve.

Nous nommons « Maine aval » la portion de bassin située à l'aval des confluences de la Mayenne et de la Sarthe.

La rivière Maine n'a qu'une dizaine de kilomètres de longueur avec une pente moyenne très faible (0,1 %).

Son débit a été observé durant 42 ans (1969-2011), à Angers, lieu du département de Maine-et-Loire et ville située aux abords de son confluent avec le fleuve est de 127 m<sup>3</sup>/s (Banque Hydro) (Tableau 2.6).

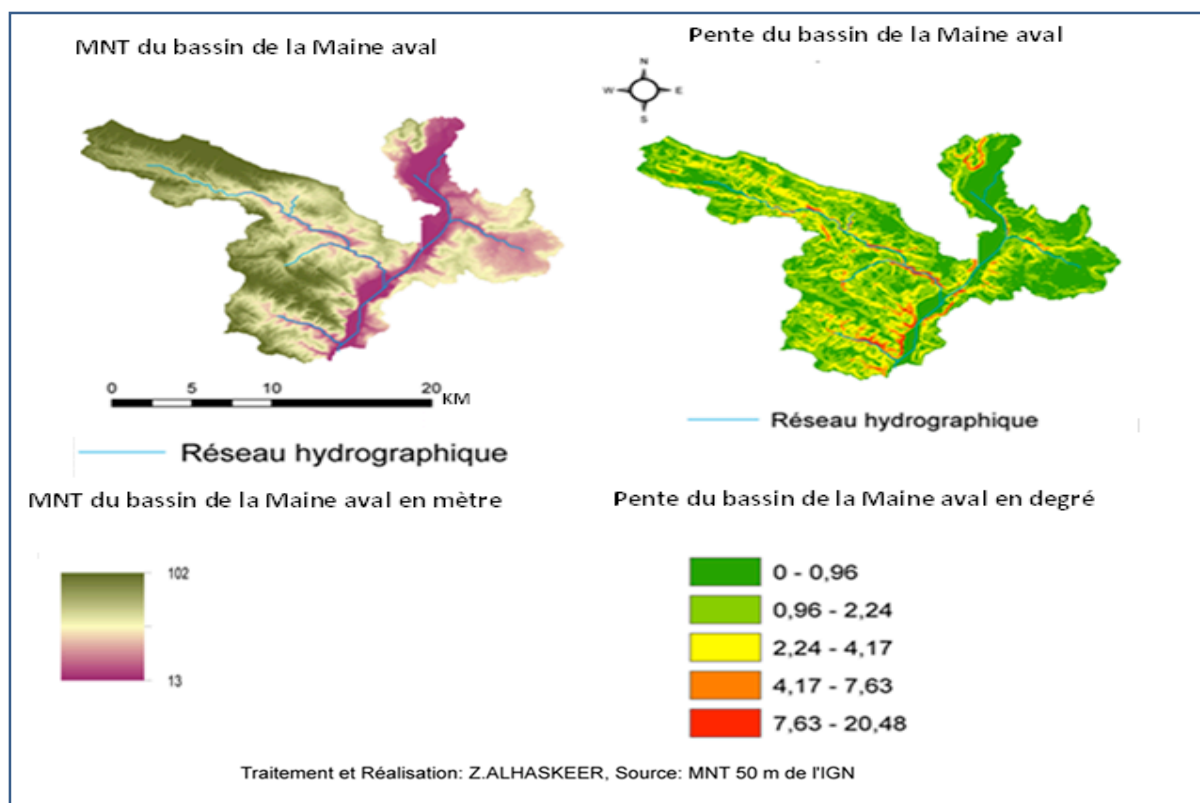


Figure 2.34- MNT et pente du BV de la Maine aval (Source : IGN de 50 m).

C. d'eau	Code Station	Station hydro.	Période-Mesure	Module m3/s	Superficie km <sup>2</sup>	Module Qs l/s/km2	Débit mens. d'étiage QMNA5 (m3/s)	Débit de crue QJ10 (m3/s)
La Maine aval	M4101910	la Maine à Angers	1969 - 2011	127,00	22020	5,8	21	1300

Tableau 2.6- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Maine aval (Source : Banque Hydro, 2012).

La Maine présente des fluctuations saisonnières de débit bien marquées, comme très souvent dans le bassin de la Loire. Les hautes eaux se déroulent en hiver et se caractérisent par des débits mensuels moyens allant de 187 à 278 m<sup>3</sup>/s, de décembre à mars inclus, avec un maximum en janvier (271) et février (278). À partir du mois de mars cependant, le débit diminue progressivement, et cette baisse continue tout au long du printemps. Les basses eaux ont lieu en été, de juillet à septembre inclus, entraînant une baisse du débit mensuel moyen jusqu'à 35,4 m<sup>3</sup> au mois d'août (46,7 m<sup>3</sup>/s en juillet, et 39,8 m<sup>3</sup> en septembre). Mais ces moyennes mensuelles ne sont que des moyennes et occultent des fluctuations plus prononcées sur de courtes périodes ou selon les années (Figure 2.35).

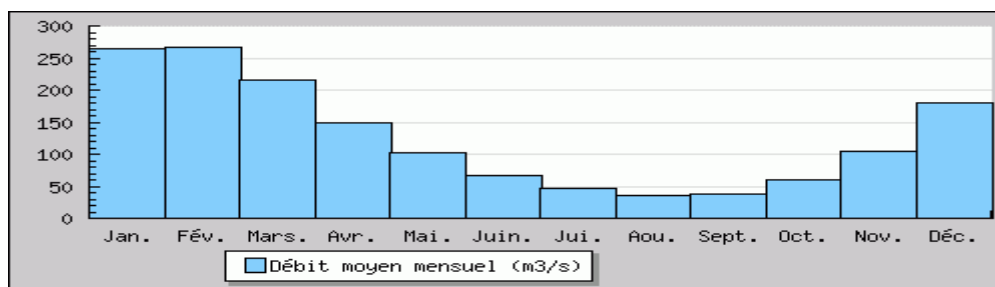


Figure 2.35- Débit moyen mensuel de la Maine aval à la station hydrométrique d'Angers sur une période de mesure de 1969 à 2011 (Source : Banque Hydro, 2012).

Aux étiages, le QMNA peut chuter jusque 21 m<sup>3</sup>/s, en cas de période quinquennale sèche, ce qui est fort faible pour un cours d'eau de cette importance. Mais ce fait est fréquent parmi les rivières du bassin ligérien. Les crues peuvent être très importantes. Au regard du QJ10, la Maine aval à Angers présente 1300 m<sup>3</sup>/s. Le débit journalier maximal enregistré à Angers a été de 1 890 m<sup>3</sup>/s le 29 janvier 1995. La Maine est une rivière modérément abondante, surtout grâce à l'apport des eaux du nord des bassins de la Mayenne et de la Sarthe. La lame d'eau écoulée dans son bassin versant est de 190 millimètres annuellement, ce qui est nettement inférieur à la moyenne d'ensemble de la France, et aussi à la moyenne du bassin de la Loire (plus ou moins 245 millimètres), de la Mayenne (297 millimètres) et même de la Sarthe (201 mm). C'est cependant largement supérieur au bassin du Loir (139 mm). Le débit spécifique (ou Qsp) atteint 6,0 litres par seconde et par kilomètre carré de bassin (Banque Hydro).

L'occupation du sol du bassin versant de la Maine est fortement urbanisée. A partir de la base de couverture Corine Land Cover, on obtient la répartition suivante :

- Les espaces artificialisés (22.36%)
- Les espaces agricoles (69.87%)
- Les forêts et milieux semi-naturels (6.22%)
- Les surfaces en eau (1.55%)

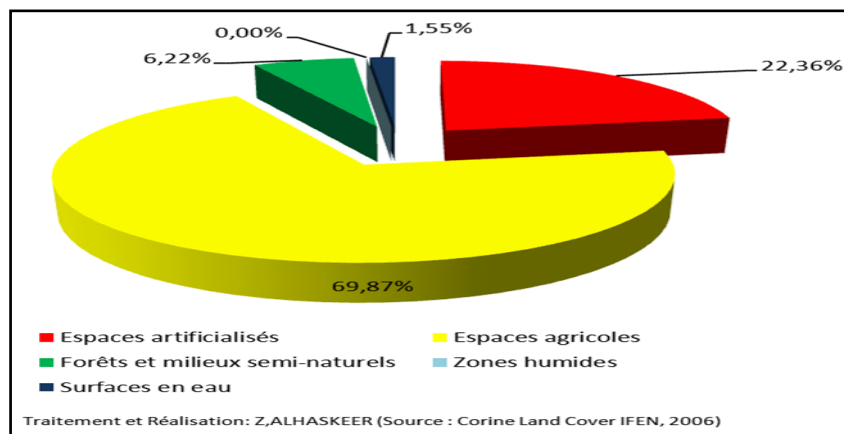


Figure 2.36- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Maine aval en 2006 (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

Les enjeux dans ce morceau de bassin versant sont reliés :

- au risque inondation associé à l'afflux d'eau juste en amont de l'agglomération d'Angers. La prévention des inondations sur le bassin de la Maine est un objectif important pour les acteurs.
- A la présence des zones humides d'importance européennes. Elles jouent un rôle prépondérant dans la gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant.
- Enfin, à la maîtrise de l'étalement urbain autour de l'agglomération d'Angers qui concurrence les espaces naturels. (Natura 2000).

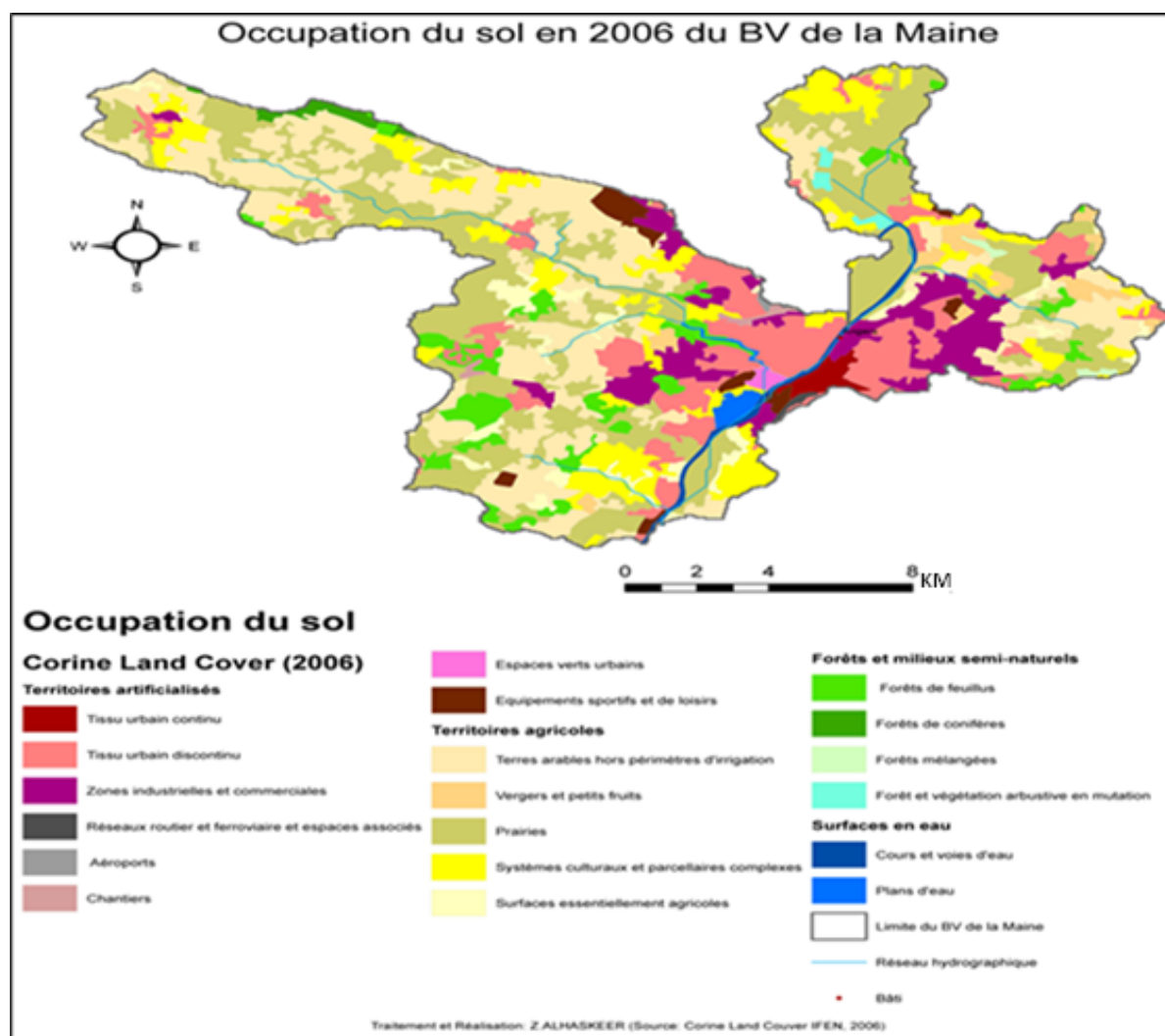


Figure 2.37- Occupation du sol en 2006 du BV de la Maine aval (Source : Corine Land Cover IFEN, 2006).

## Conclusion du Chapitre 2

Le bassin de la Maine permet d'élaborer un état des lieux des vallées et de produire une base de référence des caractéristiques des vallées « ordinaires » du Nord-Ouest de la France en complément de travaux déjà effectués (Germaine 2009). Ces vallées sont soumises à des enjeux importants par exemple : la croissance des boisements dans les zones de pâture abandonnées ou, à l'inverse, l'intensification de l'exploitation agricole dans les endroits les plus favorables et le développement urbain ; ils modifient en profondeur l'environnement et le paysage.

Les vallées du bassin versant de la Maine présentent une diversité de paysages résultant de facteurs environnementaux et anthropiques. D'une part, les vallées du Loir, de la Sarthe et de la Mayenne ont des formes morphologiques très diversifiées, tandis que les vallées de l'Huisne et l'Oudon ont des formes morphologiques peu variées de l'amont à l'aval. D'autre part, les types selon l'occupation du sol, sont plus variés dans les vallées de la Sarthe et de l'Oudon que dans les vallées du Loir, de la Mayenne, de l'Huisne et de la Maine aval. Ces caractéristiques seront mises en évidence par le traitement de différentes données, envisagées dans les parties suivantes.

## **Conclusion de la partie I : Conception de l'approche du paysage**

La présentation des concepts des paysages révèle que le paysage est un objet complexe. Les différents types de diagnostics territoriaux qui ont été présentés dans cette partie, relèvent des principes généraux communs. Cependant, les états de lieux qu'il est possible de réaliser sont contraints par les données et leur accessibilité ainsi que les échelles auxquelles il est possible de conduire les analyses. Les méthodes étudiées présentent une grande diversité d'approches et d'outils.

A partir de cette présentation du cadre conceptuel, des méthodes de caractéristiques des paysages et des types de diagnostics, nous proposons de développer une méthodologie pour caractériser les paysages à l'échelle de vallées.

La télédétection, l'analyse statistique, le SIG et les autres méthodes de cartographie automatique sont des outils principaux pour construire un diagnostic. En effet, celui-ci repose sur l'approche d'objets visibles du paysage (système producteur et visible). La caractérisation de paysages de vallées et la réalisation de types des paysages de vallées reposent sur l'approche morphologique et des indicateurs d'occupation du sol.

Les vallées sont des espaces mal connus en particulier les petites vallées rurales. Elles sont peu étudiées par les géographes. Une présentation générale des milieux et de la structure du bassin versant de la Maine permet de définir le contexte géographique dans lequel le diagnostic prend place. La mise en évidence de l'importance et de la place des vallées contribue à définir des enjeux paysagers.

## **Partie II : Caractérisation des paysages de vallées du bassin versant de la Maine**

Cette partie comprend quatre chapitres qui ont pour objectif de mettre en place la méthodologie de la caractérisation des paysages de vallées:

Chapitre 3 : Méthode multiscalaire pour caractériser les vallées, étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes

Chapitre 4 : La caractérisation des paysages de vallées (Approche morphologique)

Chapitre 5 : La caractérisation du paysage des vallées (Approche de couverture du sol)

Chapitre 6 : Réalisation d'une typologie des fonds de vallées et des versants



## Introduction de la partie II

La production de connaissances relatives aux vallées implique de développer des méthodologies pour construire des bases de données rendant compte de leur état (Luginbühl, 1994).

L'étude des vallées, considérées comme des paysages, comprend la réalisation d'un diagnostic basé sur une approche matérielle du paysage (Figure 3.1). Mais le diagnostic du paysage, bien que largement utilisé, en particulier dans le domaine du développement durable (Chételat, 2005) est relativement mal défini. Il s'agit pourtant d'une phase essentielle permettant en particulier de mettre en œuvre des politiques de gestion afin de valoriser un patrimoine naturel, culturel ou historique, de planifier l'extension des quartiers de villes, d'améliorer la qualité et la diversité des habitats biologiques ou pour résoudre des problèmes de transports (Certu, 2003) ou encore pour gérer des contraintes morphologiques ou hydrologiques. Le diagnostic, qui vise à construire une vision commune du territoire (Lardon et Piveteau, 2005), peut être caractérisé comme un processus d'apprentissage du fonctionnement de systèmes complexes. Il fournit une base de réflexion à la gestion et au développement régional (ARPE, 2002).

La méthodologie de la réalisation d'un diagnostic est inspirée des travaux de Germaine (2009), qui reposent sur deux approches utilisées classiquement en géographie dans le cadre d'analyse paysagères (Wieber, 1980 ; Deffontaines, 1986 ; Bontron et al., 1991 ; Joliveau, 2004) :

- Une approche morphologique basée sur les caractéristiques du relief qui exprime la composante essentielle de la réalité paysagère ;
- Une approche de l'occupation du sol qui révèle la structure du paysage (Fisher et al., 2004 ; Brierley et al., 2006) et l'organisation des couvertures du sol dans le paysage à partir de la distribution des classes d'occupation du sol et de leur organisation spatiale (Hubert-Moy et al., 2003 ; Hubert-Moy, 2004 ; Ducrot, 2005).

La deuxième partie de ce mémoire est consacrée à la démarche mise en place pour caractériser les paysages de vallées et mesurer leur diversité et leur singularité à plusieurs échelles (fond, versants et vallée entière) :

1. exposé des étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes.
2. Présentation des données et méthodes mises en œuvre pour extraire des facteurs morphologiques et des variables d'occupation du sol qui construisent la typologie des paysages de vallée.
3. Détermination des grands types de paysages et étude de leur diversité à l'intérieur du bassin de la Maine...

Les différents niveaux de notre analyse sont représentés sur la figure 3.1.

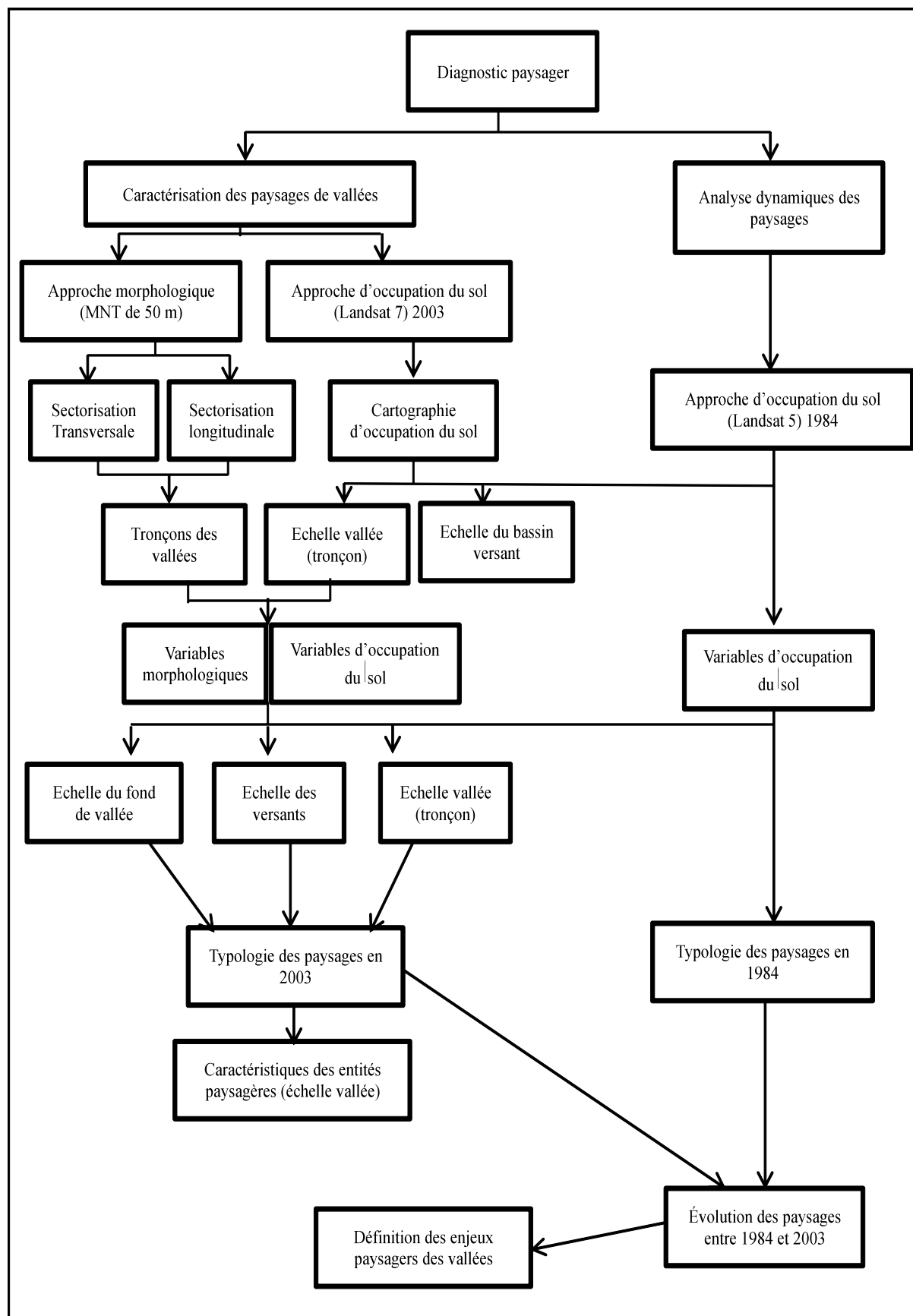


Figure 3.1- Démarche de recherche.

### **Chapitre 3 : Méthode multiscalaire pour caractériser les vallées, étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes**

### Introduction du Chapitre 3

La délimitation des contours des vallées et finalement de la place qu'elles occupent dans les bassins, constitue une étape importante qui supporte les phases ultérieures de réalisation d'une typologie des paysages de vallées.

Les vallées, objet de référence de notre approche, sont décomposées en trois parties : le fond de vallée, les deux versants et le cours d'eau (Figure 3.2). Les méthodes classiques de réalisation d'une typologie reposent souvent sur des traitements numériques en mode raster (Robbez-Masson, 1994 ; Joliveau et Michelin, 1998 ; Schermann et Baudry, 2002) qui s'appuient sur la division d'un espace continu en mailles régulières en utilisant des logiciels particuliers comme Clapas (Robbez-Masson, 1994). Dans notre cas les vallées sont découpées en fonctions des critères morphologiques ; un découpage longitudinal permet d'isoler des tronçons homogènes correspondant à des unités paysagères telles qu'elles ont été définies par Luginbühl (1994) « *des paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères du relief, d'hydrographie, d'occupation du sol, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect* ».

Les vallées sont insérées dans une zone environnante qui agit plus ou moins fortement sur leurs caractéristiques. Afin de rendre compte des différences et similitudes avec cet environnement, des zones tampons d'une largeur spécifique au rang de cours d'eau sont associées à chaque tronçon.

La démarche repose sur l'approche quantitative qui peut décrire les caractéristiques du paysage par des indicateurs (Figure 3.3). Cette approche est encore peu utilisée, surtout à grande échelle (tronçons de vallée). Les recherches réalisées en écologie du paysage ont fournies des variables de composition paysagère aisément calculables (Hilal *et al.*, 2008). Elles permettent de caractériser les paysages à partir d'une batterie d'indices reposant sur l'analyse de la structure spatiale d'une zone quelconque. Les mesures de l'hétérogénéité, de la fragmentation et/ou de la connectivité des espaces qui sont généralement utilisées ont des incidences sur le fonctionnement des écosystèmes (Baudry et Burel 2000). Ces indices fournissent un moyen d'agréger à différentes échelles l'information sur la structure de l'occupation du sol et renseignent sur les dynamiques naturelles et sur les modes d'occupation de l'espace à des niveaux très fins (Wickham, O'Neill et Jones, 2000, Chopping et Haines 1997).

Le choix de ces indicateurs repose sur la nature des données retenues. La liste des indicateurs est inspirée de travaux de Germaine (2009) qui a obtenu des résultats satisfaisants. Finalement l'objectif est de déterminer par des procédés automatiques les vallées et les espaces dans lesquels elles s'inscrivent. Ces procédés reposent sur des choix conceptuels qui interrogent sur la définition des vallées, en particulier celle des versants.

Afin de délimiter les vallées, un modèle numérique de terrain (MNT) au pas de 50 m est construit à partir des données d'altitudes fournies par l'Institut Géographique National (IGN) pour le bassin versant de la Maine. La méthode utilisée pour repérer les contours de vallées repose sur un outil (extension) d'indice de position topographique (TPI) installé dans le logiciel ArcGis version 9.3. Cet outil s'appuie sur la comparaison des valeurs d'altitudes et des pentes de chaque cellule par rapport les cellules voisines.

Dans ce paragraphe, nous présentons d'abord les méthodes mobilisées et mises en œuvre pour délimiter les vallées et les classer par d'ordre d'importance (selon l'ordination de Strahler). Les détails des méthodes issues de la bibliographie sont reportés en annexe.

Ces méthodes seront appliquées ensuite au réseau de vallées du bassin de la Maine. Nous proposerons ensuite un découpage des vallées en tronçons homogènes.

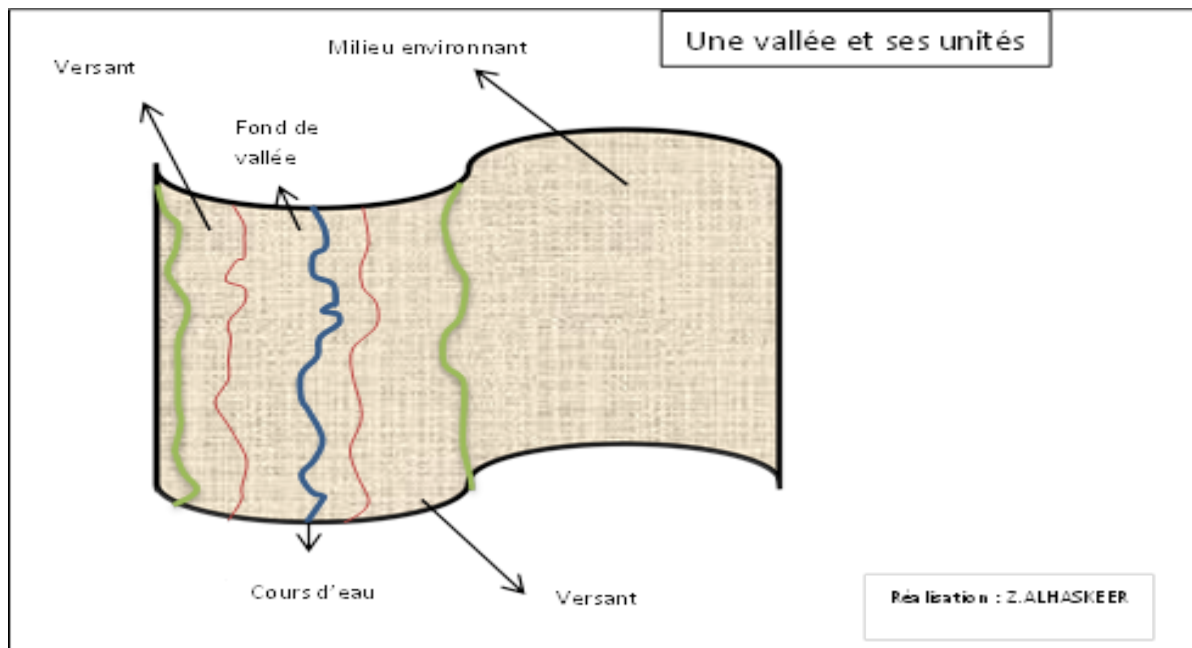


Figure 3.2- Une vallée et ses unités.

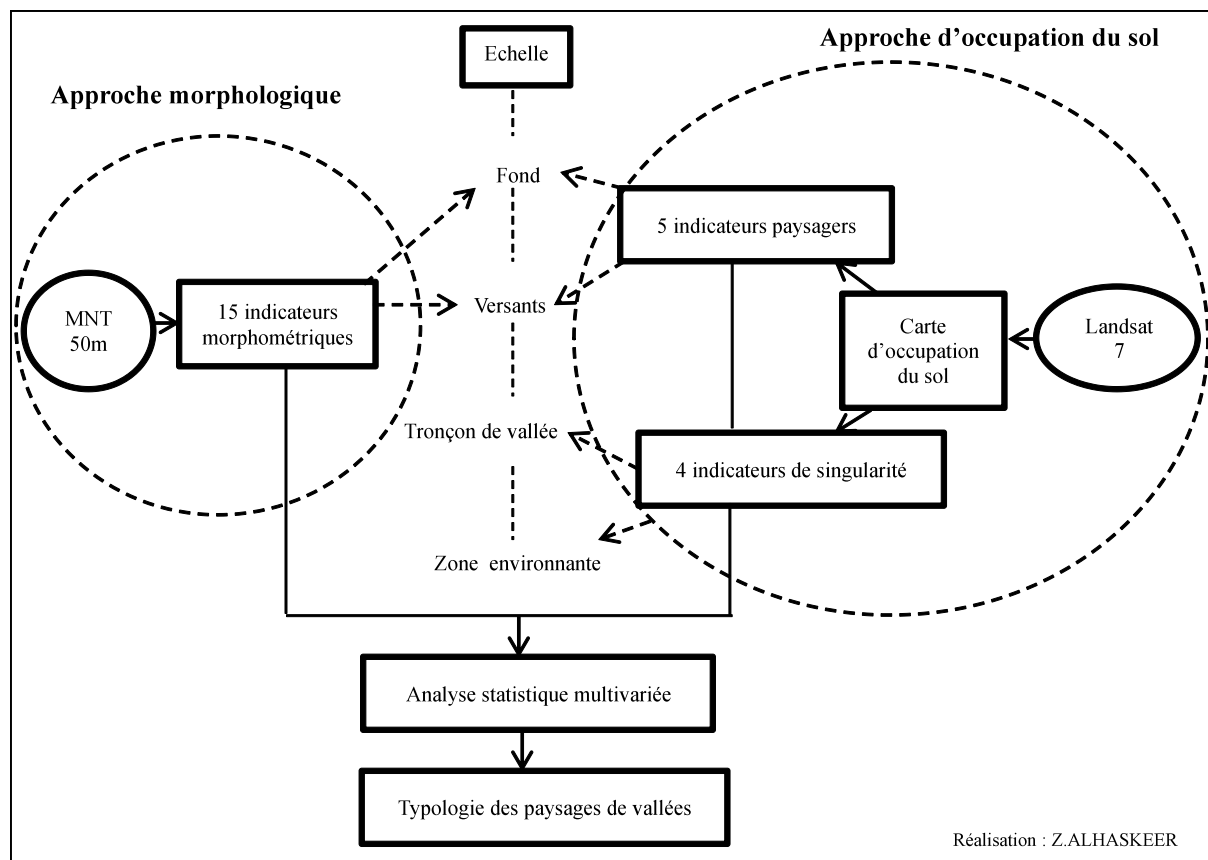


Figure 3.3- Méthode générale de caractérisation du paysage.

### 3.1. Délimitation des vallées, choix d'une méthode adaptée

Les méthodes sont nombreuses et nécessitent au préalable de mettre en place des définitions qui permettent ensuite de créer un modèle. Ce modèle servira à produire les données recherchées aux échelles que nous avons retenues.

### 3.1.1. Les données de référence :

#### Indice de position topographique (TPI)

L'indice de la position topographique (TPI) compare l'élévation de chaque cellule dans un MNT à la moyenne d'altitude de cellules voisines spécifiées autour de cette cellule (comprises dans un périmètre dont la forme et l'étendue sont déterminées par l'utilisateur).

Les valeurs TPI positives signifient que la cellule est plus élevée que son environnement tandis que les valeurs négatives signifient qu'elle est plus basse. La valeur exprime l'intensité du contraste. Ainsi ceci permet de mettre en évidence les crêtes ou sommets qui sont des cellules nettement plus élevées que leur voisinage. Des valeurs TPI significativement basses suggèrent que la cellule est près de fond d'une vallée. Des valeurs TPI proches de zéro pourraient signifier soit une surface plane ou un versant, la pente de cellules peuvent être utilisée ensuite pour distinguer les deux (Figure 3.4).

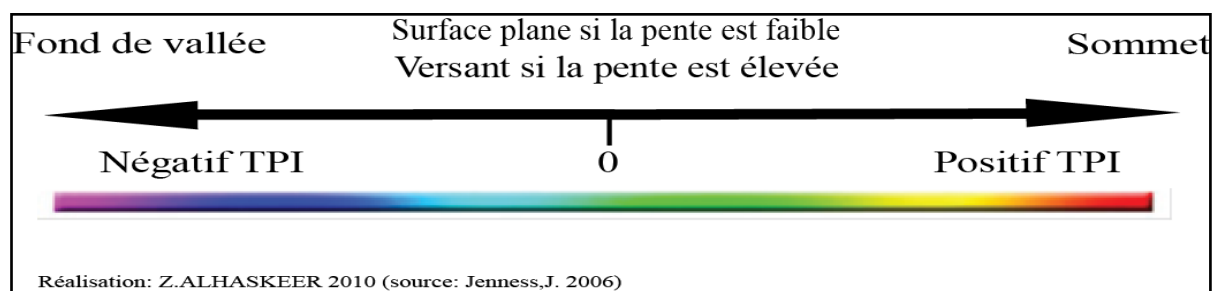


Figure 3.4- Signification des valeurs de TPI.

#### Échelles et voisinages

TPI est naturellement très dépendant de l'échelle. Les classifications produites par cette extension dépendront entièrement de l'échelle qu'on utilise pour analyser le paysage. Par exemple, dans l'illustration ci-dessous, le TPI est calculé pour le même point sur le paysage en utilisant trois échelles différentes. Dans chaque cas, le point est situé sur le dessus d'une petite colline à l'intérieur d'une vallée plus large.

- Dans le cas A, l'échelle est suffisante pour que le point se trouve à peu près au même niveau que l'analyse de la région entière ainsi la valeur TPI serait d'environ 0.
- Dans le cas B, l'analyse de la région est assez grande pour englober toute la petite colline, et le point est par conséquent beaucoup plus élevé que ses voisins et a une valeur TPI élevée correspondante.
- Dans le cas C, le voisinage comprend les collines de chaque côté de la vallée, et donc le point est plus faible que ses voisins et a une valeur TPI négative.

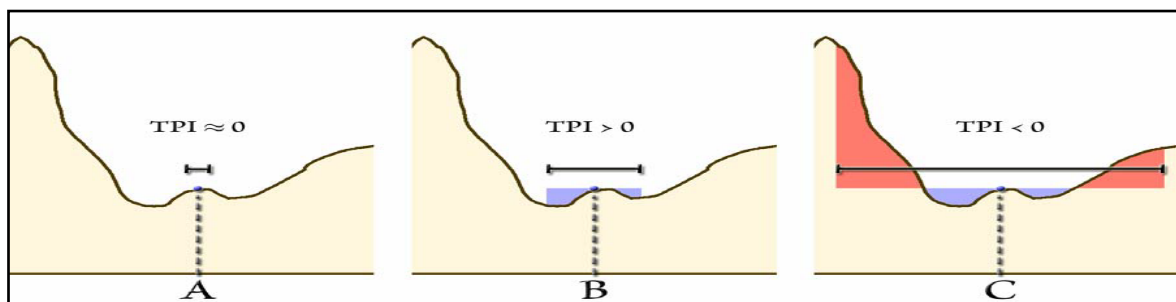


Figure 3.5- Les valeurs TPI à 3 échelles différentes (Source : Jenness, 2006).



Il s'agit donc de bien examiner quelle est l'échelle la plus pertinente pour le phénomène en cours d'analyse. Un point au-dessus d'une petite colline dans le fond d'un canyon peut être classé comme un fond du canyon dans une échelle, ou une colline à une échelle différente. Les deux sont des classifications précises et valides, et l'utilisateur doit savoir quelle est l'échelle raisonnable pour son analyse. L'échelle est déterminée par le voisinage utilisé dans l'analyse.

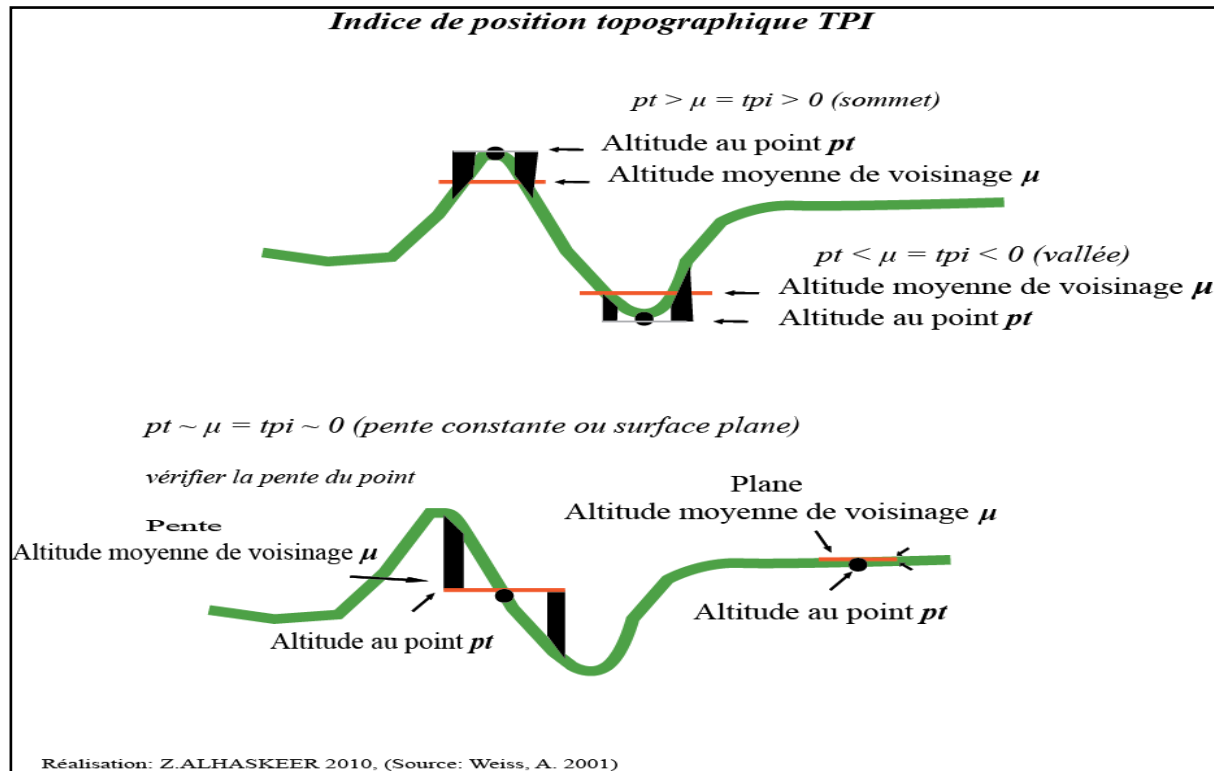


Figure 3.6- La relation entre l'échelle et le voisinage (d'après Weiss, 2001).

Dans l'illustration de la figure 3.7, cas du sous bassin de la Dême affluent du Loir, les valeurs TPI ont été calculées en utilisant deux voisinages différents.

- Le premier exemple utilise un voisinage circulaire avec un rayon de 500 m, ce qui signifie que la valeur TPI pour chaque cellule reflète la différence entre l'élévation de cette cellule et la moyenne d'élévation de toutes les cellules à moins de 500 m de cette cellule. Ce voisinage donne des résultats satisfaisants pour l'identification des valeurs extrêmes sur les bordures de la vallée. La catégorie "Vallée" ne révèle que le seul fond de vallée en tant qu'élément linéaire ; les limites de la classification apparaissent au niveau des confluences lorsque la vallée s'élargit. Ce seuil de 500m ne définit pas les limites des versants dans les cours d'eau d'ordres importants (4, 5, etc. selon la classification de Strahler). Il est plus adapté pour les cours d'eau petits (2 ou 3), car la largeur du fonds de vallées dans ces cours ne dépasse pas quelques centaines de mètres.
- Dans deuxième exemple, un voisinage circulaire avec un rayon de 5000 m est utilisé et met beaucoup mieux en évidence le système de la vallée globalement. Ce seuil définit l'ensemble des vallées en tant que forme en creux. Il est plus adapté pour les grands cours d'eau avec une grande largeur des fonds de vallées : cela correspond à des cours d'eau d'ordre 4,5, etc.. La largeur des fonds de vallées dans les cours d'eau d'ordre 2 ou 3 est faussement élargie. Cette délimitation ne correspond pas à la réalité topographique des vallées dans les petits cours d'eau.

Ces exemples révèlent une forte dépendance de l'indice TPI aux échelles, surtout lorsqu'il s'agit de déterminer les limites des vallées ce qui nécessite de tenir compte de l'ensemble des irrégularités topographiques. La position topographique est un phénomène intrinsèquement basé sur l'échelle.

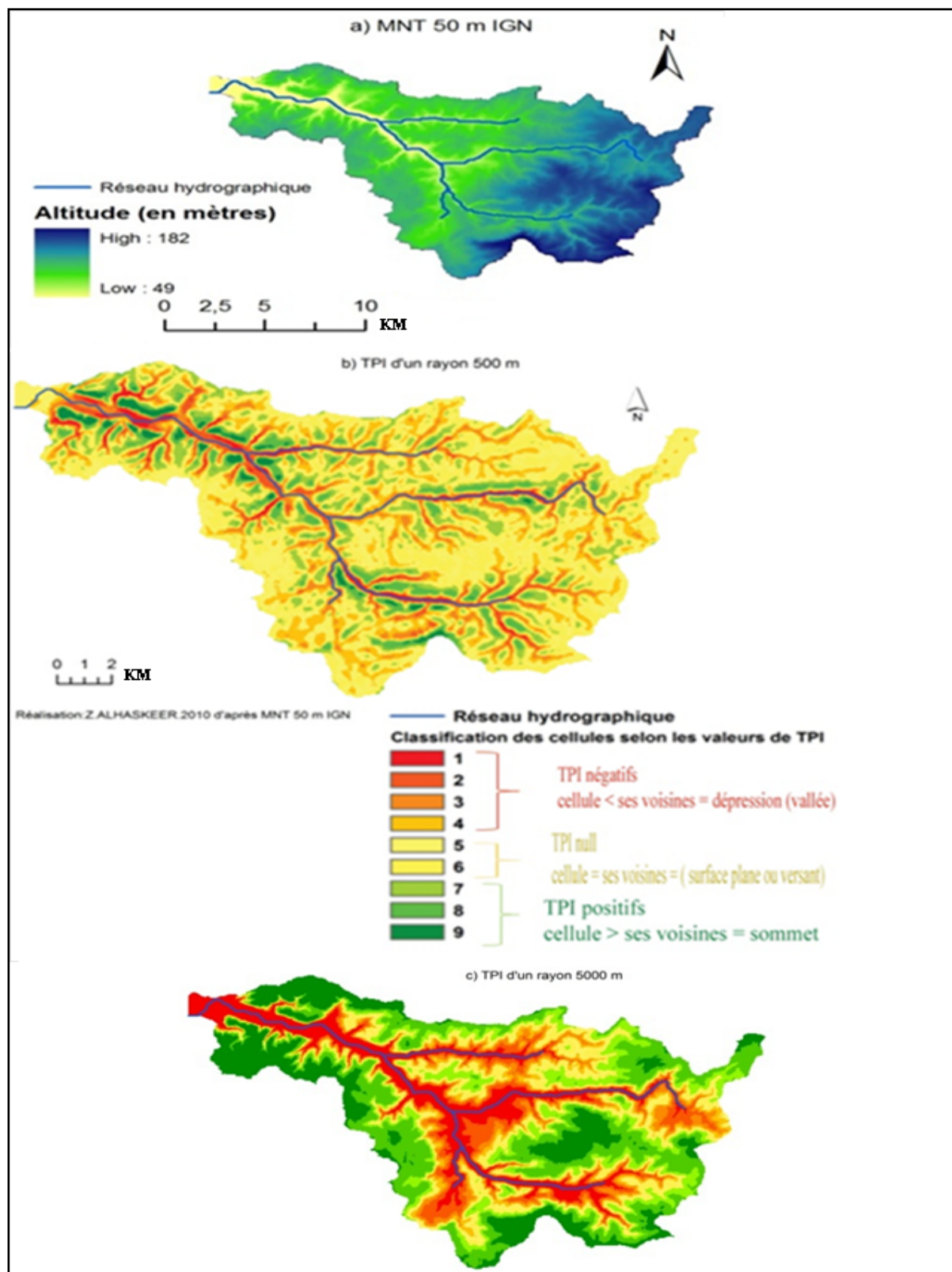


Figure 3.7- Calcul de TPI à différentes échelles.

### 3.1.2. Classification par la position de pente

Pour obtenir des unités de relief, les valeurs de TPI peuvent être classées et croisées à la pente de chaque cellule. Les valeurs TPI au dessus d'un certain seuil pourraient être classées comme crêtes ou collines, tandis que les valeurs TPI en dessous d'un seuil pourraient être classées comme fonds de vallée ou dépressions. Les valeurs de TPI proches de 0 pourraient être classées comme les plaines (si la pente est proche de 0) ou comme des versants (si la pente est au-dessus d'un certain seuil).

Une méthode plus sophistiquée, illustré par Weiss (2001) dans son affiche, est de définir des seuils des valeurs de TPI en termes d'écart types de l'altitude, qui prennent en compte la variabilité des valeurs d'altitude au sein du voisinage de la cellule. Cela signifie que les cellules de grille avec la valeur de TPI identique peuvent être classées différemment, en fonction de la variabilité dans leurs voisinages respectifs. Cette méthode est utile dans notre analyse lorsque les cellules avec la haute variabilité d'altitude du voisinage devraient avoir à répondre à un seuil de TPI plus élevé dans la classification. Nous utiliserons cette méthode à définir des vallées.

En général, comme avec les valeurs TPI, la taille du voisinage est aussi une composante essentielle du processus de la classification de la position de pente. Les petits voisinages définissent les petites collines et les vallées locales, tandis que les grands voisinages définissent les caractéristiques d'une étendue plus vaste.

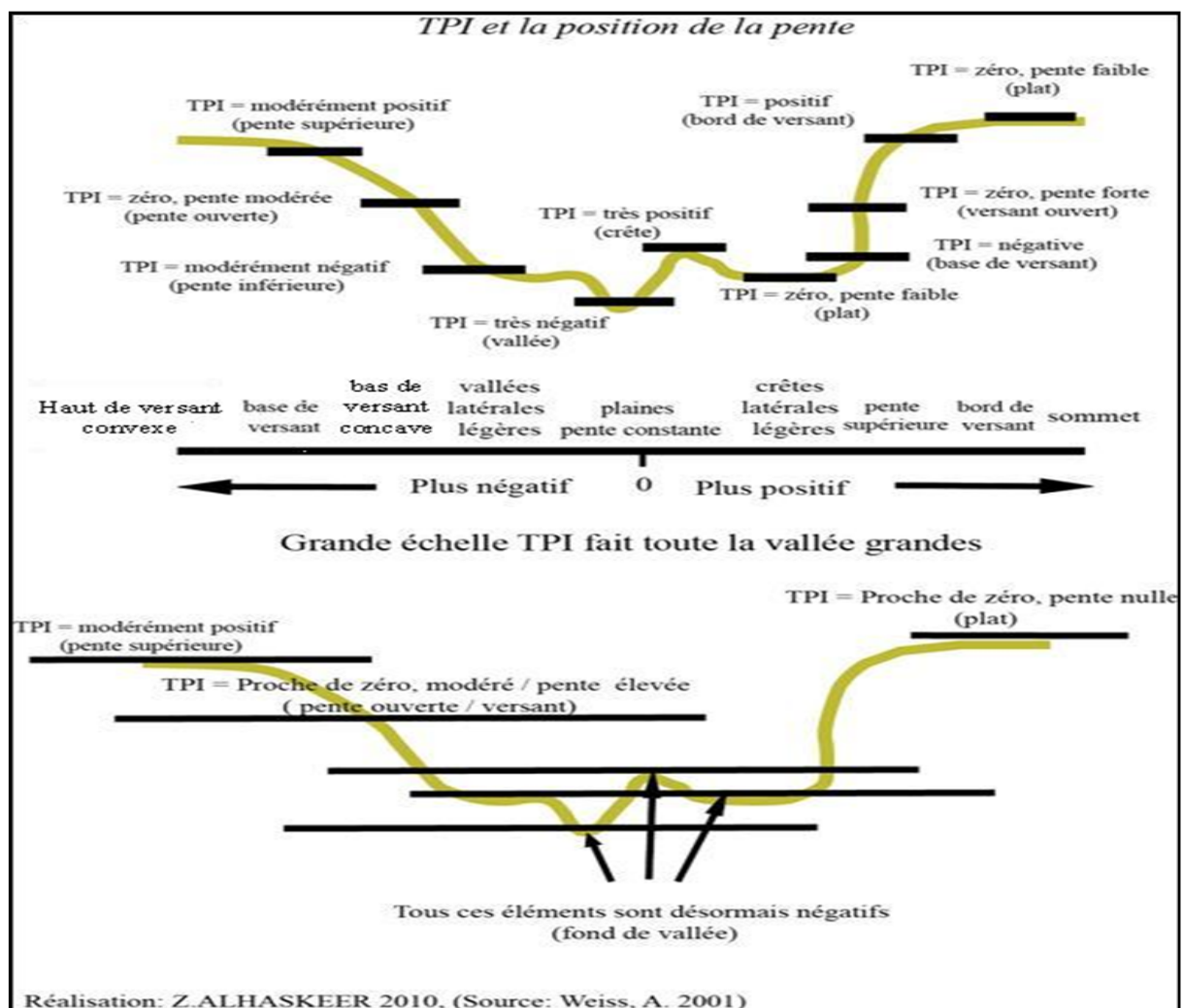


Figure 3.8- TPI et la position de pente (d'après Weiss, 2001).

Les valeurs TPI proches de 0 signifient seulement que l'altitude est proche de la moyenne d'altitude des cellules de voisinage, et ce qui pourrait arriver si cette cellule est dans une zone plate, ou si elle est quelque part à mi-pente (versant). Un moyen facile de faire la distinction entre ces deux possibilités est de vérifier la pente à cet endroit. Si la pente est proche de 0, alors le point est probablement sur une surface plane. Une valeur de pente élevée implique que le point est sur un versant.

Weiss propose un processus de classification possible en utilisant à la fois le TPI et la pente pour générer une grille de 6 catégories de la position de pente. Une méthode reproductible de création de classes consiste à utiliser des unités d'écarts types de l'altitude.

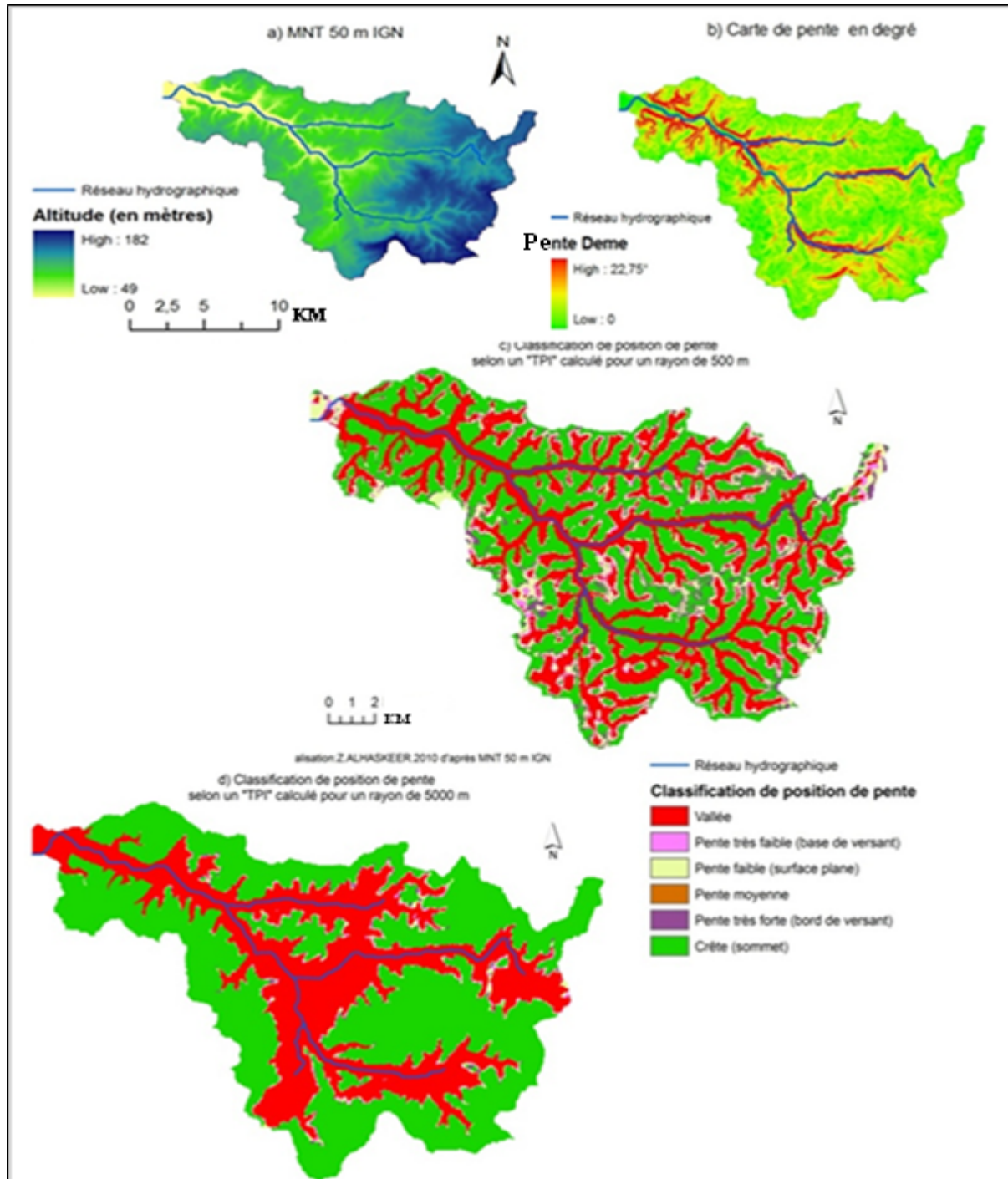


Figure 3.9- Extraction des contours de vallées à partir de critères morphologiques. Exemple du bassin de la Dême.

En utilisant TPI 500 (Figure 3.9. C), des nombreuses lignes de crêtes individuelles et des vallées sont délimitées à une échelle fine, y compris des drainages latéraux dans les grandes vallées, et les fonds des vallées et les versants sont bien définis. Au TPI 5000, le classement indique les principales formes de relief (Figure 3.9. d): montagnes, grandes lignes de crête, les grandes vallées et les fonds. Les petites caractéristiques latérales disparaissent, et les fonds des vallées sont élargis, et les vallées sont délimitées en tant que forme en creux.

### 3.2. Application la méthode de TPI pour extraire les contours de vallées

Les caractéristiques morphologiques et topographiques d'un cours d'eau varient considérablement d'un ordre à l'autre selon la classification de Strahler. Les cours d'eau d'ordre 2 ou 3 ont des caractéristiques morphologiques différentes de ceux d'ordre 5 ou 6 comme la largeur de fond de vallée et de pente.

La forte densité du réseau hydrographique dans le bassin versant de la Maine contribue à la difficulté de définir les vallées, lorsque le réseau hydrographique est très proche et les interfluves étroits. Pour traiter ce problème, nous avons effectué une première sélection des vallées dont les limites « se chevauchent » et une nouvelle analyse reposant sur les différenciations de pente de versants.

Les vallées et ruisseaux d'ordre 1 trop petits par rapports aux outils que nous mobilisons (MNT à 50m) sont exclus de l'analyse.

#### 3.2.1. Extraction du réseau hydrographique

La détermination précise du réseau hydrographique sert à mesurer des variables morphologiques et les caractéristiques du bassin versant, à extraire des limites des vallées, et à valider le résultat de la délimitation des contours des vallées par des profils en travers d'une vallée. On obtient ainsi toute une information sur le réseau et le bassin versant, longueur des rivières, pentes moyennes, caractéristiques du drainage....

##### - *Processus de l'extraction du réseau hydrographique*

L'extraction du réseau hydrographique pratiquée dans notre travail se base sur le suivi du ruissellement de l'eau en chacun des pixels à partir des valeurs altimétriques du MNT, par simulation, sachant que l'eau emprunte le chemin défini par la ligne de plus grande pente (Demargne, 2001). Nous avons utilisé l'algorithme D8 (Jenson et Domingue, 1988) pour extraire de réseau hydrographique. La technique adoptée très souvent utilisée pour extraire le réseau hydrographique, procède en plusieurs étapes qui sont schématisées par l'organigramme fonctionnel donné par la figure 3.10. Les détails des procédures sont présentés en annexe N°4).

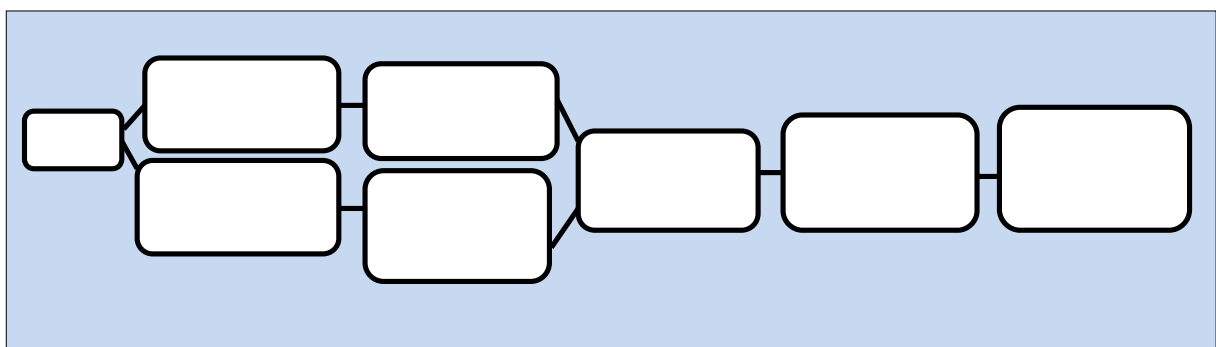


Figure 3.10- Etapes de prise en compte d'un réseau hydrographique.



La méthode de D8 se compose des trois étapes : calcul du sens d'écoulement, calcul de l'accumulation d'eau pour chaque cellule en fonction du sens d'écoulement et extraction du réseau hydrographique en fonction de la fixation d'un seuil à partir duquel on considère qu'il y a émergence d'une rivière (Figure 3.11).

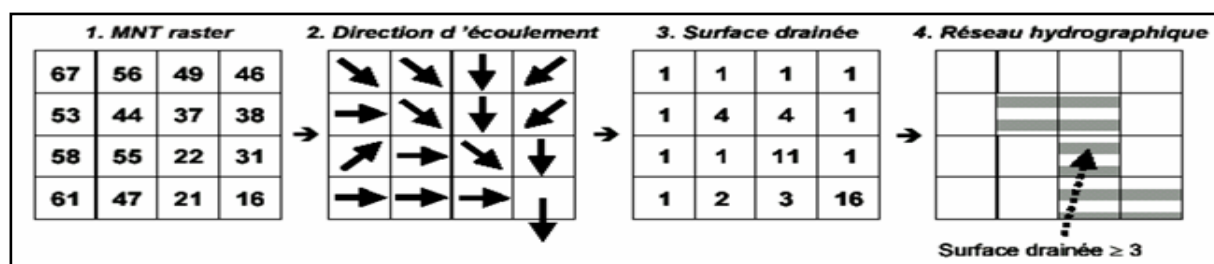


Figure 3.11- Calcul du réseau hydrographique par la méthode D8 avec un seuil de surface amont drainée (d'après Demargne, 2001).

Au début de chaque analyse, la correction et la précision du modèle numérique du terrain doivent être garantis.

- Validité du réseau hydrographique extrait

Le réseau numérisé à partir de la carte topographique 1/25 000<sup>ème</sup> est superposé sur celui extrait à partir du MNT 50m. L'examen d'une portion de cette superposition montre que les réseaux sont pratiquement confondus en planimétrie mais distants de plusieurs mètres en altimétrie (Figure 3.12). Ceci s'explique par le fait que les cours d'eau affichés sont petits par rapport à l'échelle de la carte.

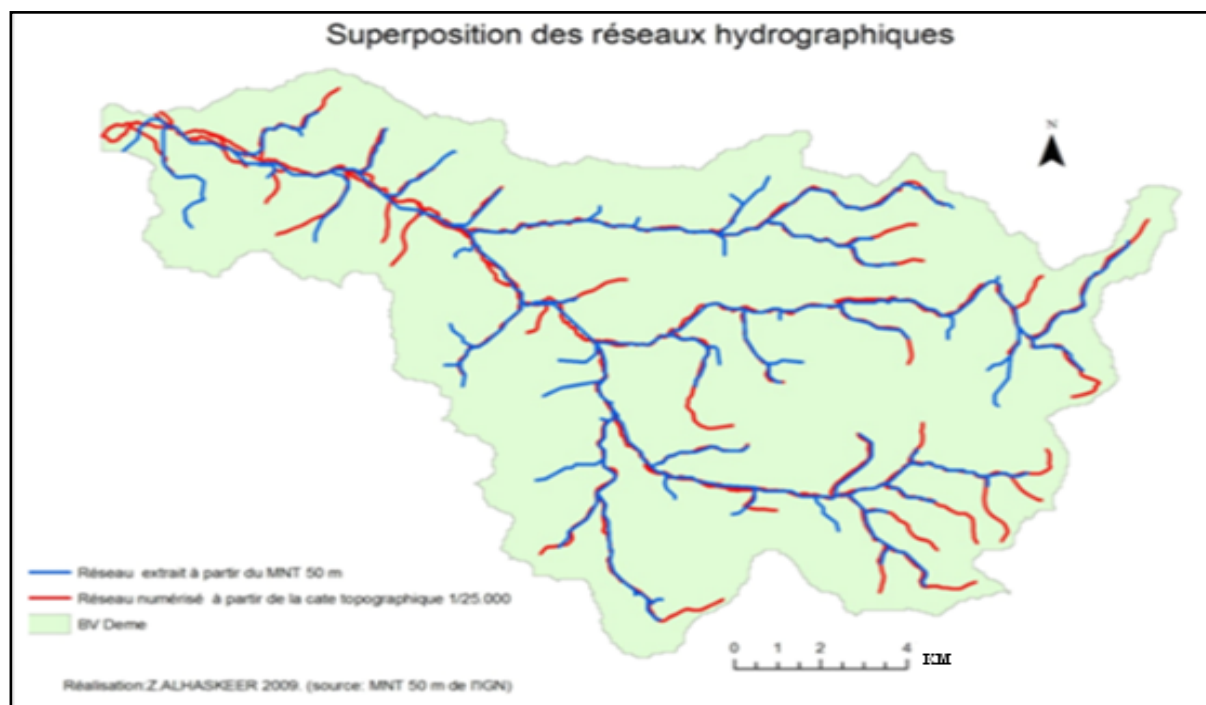


Figure 3.12- Validité du réseau hydrographique.

En effet, la valeur du seuil 1000 (cf. annexe N°4) donne une bonne représentation du réseau hydrographique.



L'extraction automatique du réseau hydrographique à partir du MNT permet de délimiter du bassin versant et de calculer ses caractéristiques physiques (altitude moyenne, surface, périmètre...). La forme et la topologie des réseaux hydrographiques peuvent fournir des informations complémentaires sur les types morphométriques des vallées (Paget et al., 2008).

### 3.2.2. Extraction des contours des vallées

Après d'extraction du réseau hydrographique pour le bassin versant de la Maine, nous avons extrait les limites des vallées pour l'ensemble du bassin et pour le réseau hydrographique d'ordre supérieur à 1.

L'identification des ordres de Strahler des cours d'eau, réalisée automatiquement à partir du MNT, a été vérifiée par les données vectorielles (à l'échelle 1/25 000) correspondant au réseau hydrographique du bassin versant de la Maine fournies par l'agence de l'eau du bassin Loire-Bretagne.

Nous avons traité les données d'altitude sous le logiciel ArcGis 9.3. Nous avons utilisé l'extension « topographic position index » (TPI) créée par J. Jenness (2005) d'après les travaux d'A. Weiss (2001). Ce traitement permet le calcul la différence entre l'altitude d'une cellule et la moyenne d'altitude des cellules voisines. L'utilisateur définit un périmètre et une forme qui doivent correspondre avec l'échelle de l'analyse :

$$\{TPI \text{ «scale factor =int ((DEM – focalmean (DEM, circular, radius)) + 0,5))\}.$$

L'extension classe chaque cellule en 6 catégories des formes de relief (Weiss, 2001), en fonction des valeurs des écarts types d'indice TPI et des valeurs de pente. Les indices négatifs (dépression) sont regroupés en deux catégories « Vallée » et « Pente très faible (base de versant) », les indices positifs (sommets) sont regroupés en deux catégories « crête » et « Pente très forte (bord de versant) » et les indices proche de 0 sont classés dans deux catégories « Pente faible (surface plane) » ou « Pente moyenne » selon leur valeur de pente. Les classes « Vallée » et « Pente très faible (base de versant) » permettent d'identifier le fond de vallée et la base de versant (Figure 3.13).

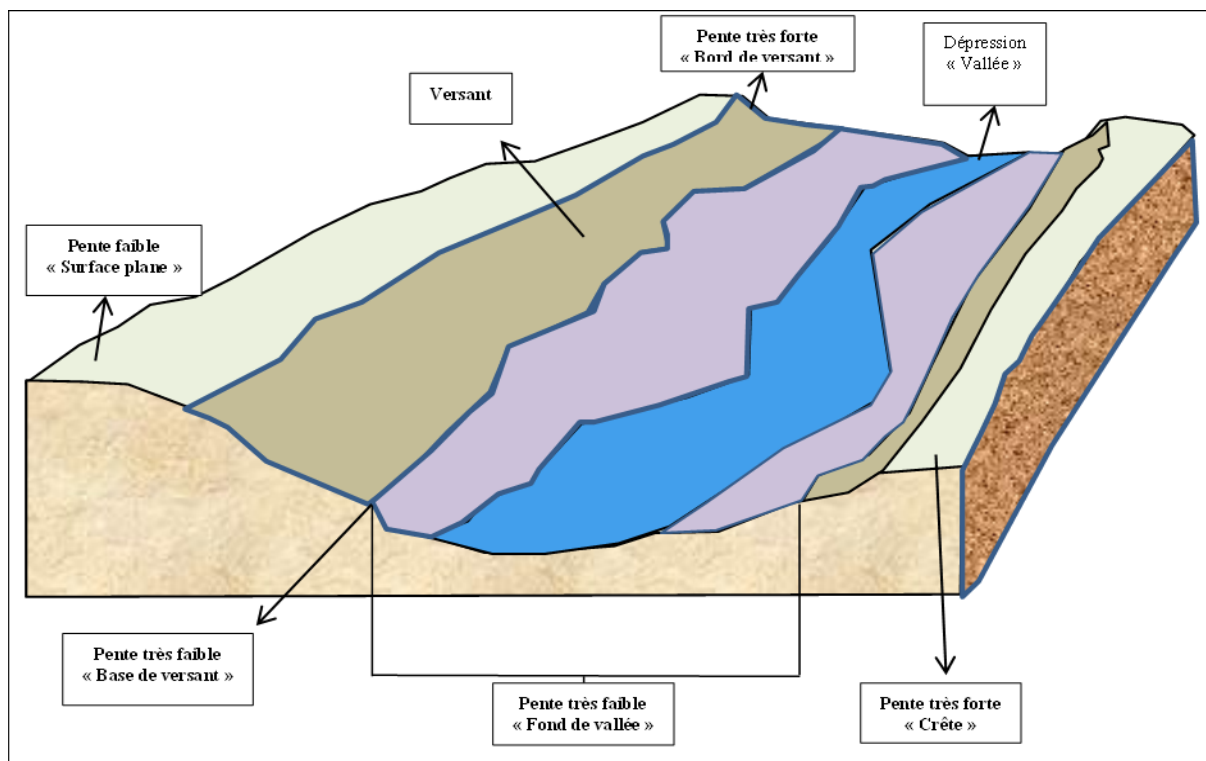


Figure 3.13- Catégories des formes de relief extraites par l'indice de TPI.

Nous avons testé plusieurs classifications sur le MNT du bassin versant de la Maine avec des voisinages circulaires d'un rayon variant de 100 à 5000 m. La figure 3.14 illustre ces tests à travers l'exemple du sous bassin versant de la Dinan localisé dans le bassin du Loir.

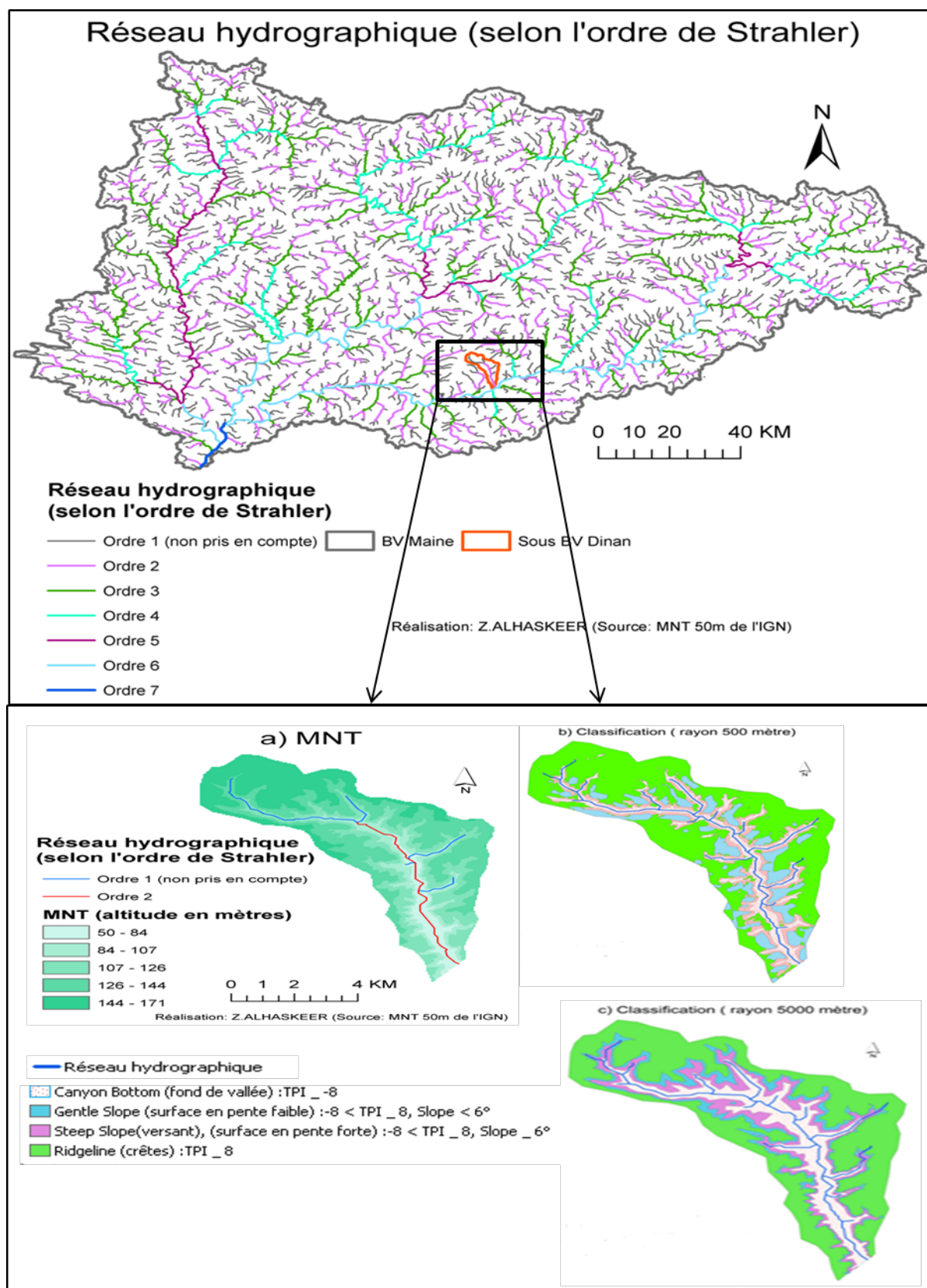


Figure 3.14- Extraction des contours de vallées à partir de critères morphologiques.

Ces résultats montrent une forte dépendance de la classification des formes de relief aux échelles de l'objet d'étude. Pour cela, nous avons décidé de choisir un rayon (seuil) spécifique à chaque ordre de cours d'eau (Tableau 3.1). Ces critères sont valides pour notre zone d'étude. Ils ne peuvent pas être transposés à d'autres zones d'étude sauf lorsque les résultats ont été vérifiés par d'autres moyens.

Ordre de cour d'eau	Seuil de voisinage	Critères de pente des versants
Ordre 2	500 m	Pente > 5°
Ordre 3	750 m	Pente > 5°
Ordre 4	1500 m	Pente > 4°
Ordre 5	3000 m	Pente > 3°
Ordre 6	3500 m	Pente > 2°
Ordre 7	4000 m	Pente > 2°

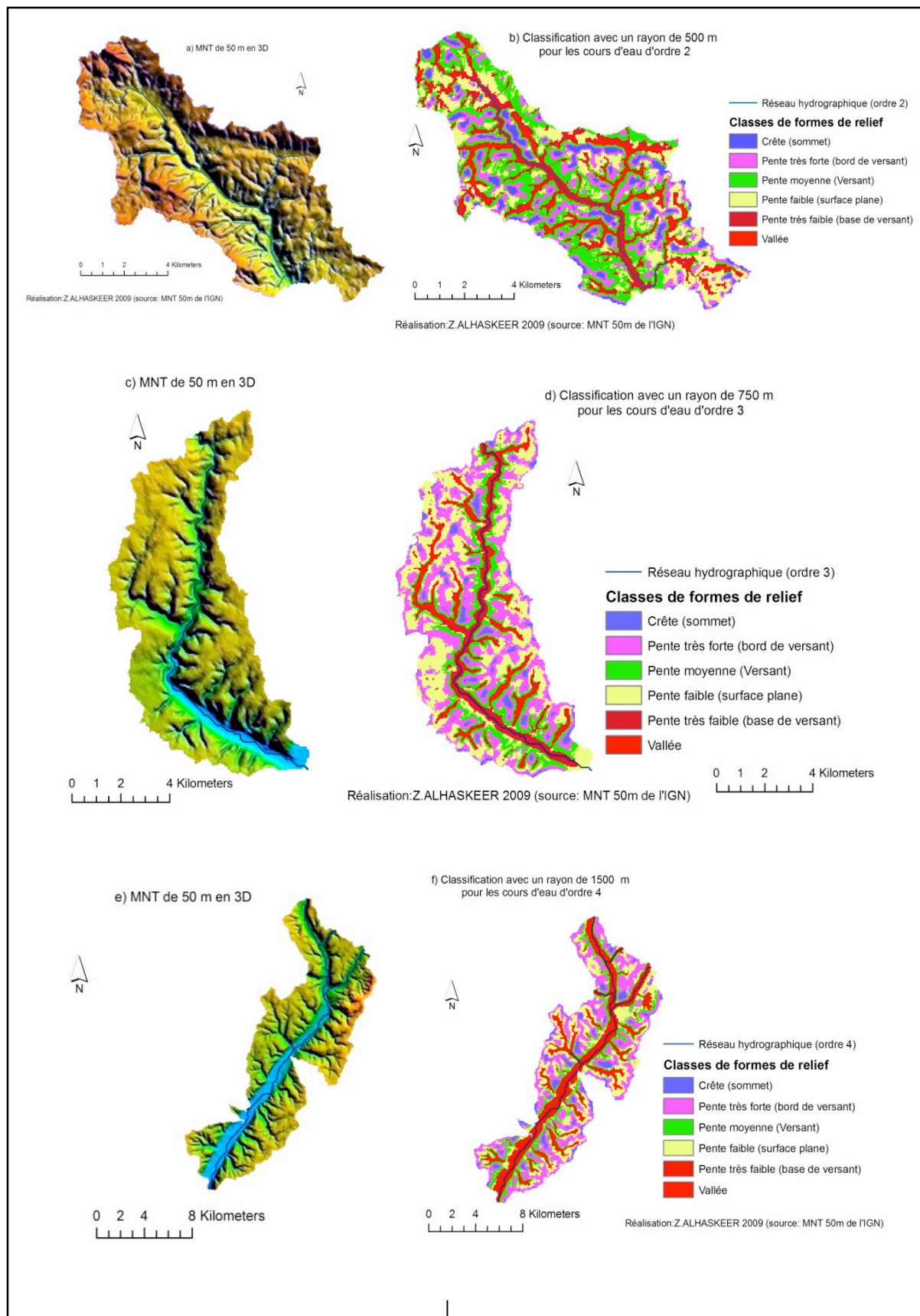
Tableau 3.1- Seuils de voisinage et critères des pentes des versants retenus.

Notre classification de formes de relief repose sur six classes dont les bornes correspondent à des valeurs d'indices et de pente (Weiss 2001). Pour chaque cellule du MNT, l'application calcule un indice correspondant à la différence entre l'altitude de la cellule et la moyenne d'altitude des cellules voisines. La classification s'appuie sur les valeurs d'écart types des indices TPI et les valeurs de pente des versants (Tableau 3.2). Les facteurs d'écart type sont adaptés au terrain étudié.

Classe	Critères
Crête (sommet)	TPI > 1 écart-type
Pente très forte (bord de versant)	TPI > 0.5 écart-type ET ≤ 1 écart-type
Pente moyenne (Versant)	TPI > -0.5 écart-type ET < 0.5 écart-type pente > 5° (ordre 2 et 3) pente > 4° (ordre 4) pente > 3° (ordre 5) pente > 2° (ordre 5 et 6)
Pente faible (surface plane)	TPI ≥ -0.5 écart-type ET ≤ 0.5 écart-type pente ≤ 5° (ordre 2 et 3) pente ≤ 4° (ordre 4) pente ≤ 3° (ordre 5) pente ≤ 2° (ordre 5 et 6)
Pente très faible (base de versant)	TPI ≥ -1 écart-type and < -0.5 écart-type
Vallée	TPI < -1 écart-type

Tableau 3.2- Critères d'extraction des vallées.

Les catégories « crête » et « pente très forte (bord de versant) » qui regroupent les valeurs positives d'écart-types de TPI sont exclues. Elles permettent d'éliminer l'ensemble des secteurs de plateaux. Les catégories « vallée » et « pente très faible (base de versant) » qui rassemblent les valeurs négatives d'écart-types de TPI ont permis d'identifier les limites des fonds de vallées en tant que dépressions allongées. Les catégories « pente moyenne (Versant) » et « pente faible (surface plane ou base de versant) » regroupent les valeurs nulles d'écart-types de TPI. Les versants sont distingués à partir de requêtes de pente : si les valeurs de pente sont fortes, elles renvoient à des cellules en position de versants ou si les valeurs de pente sont faibles, elles renvoient à des cellules en position de surfaces planes.





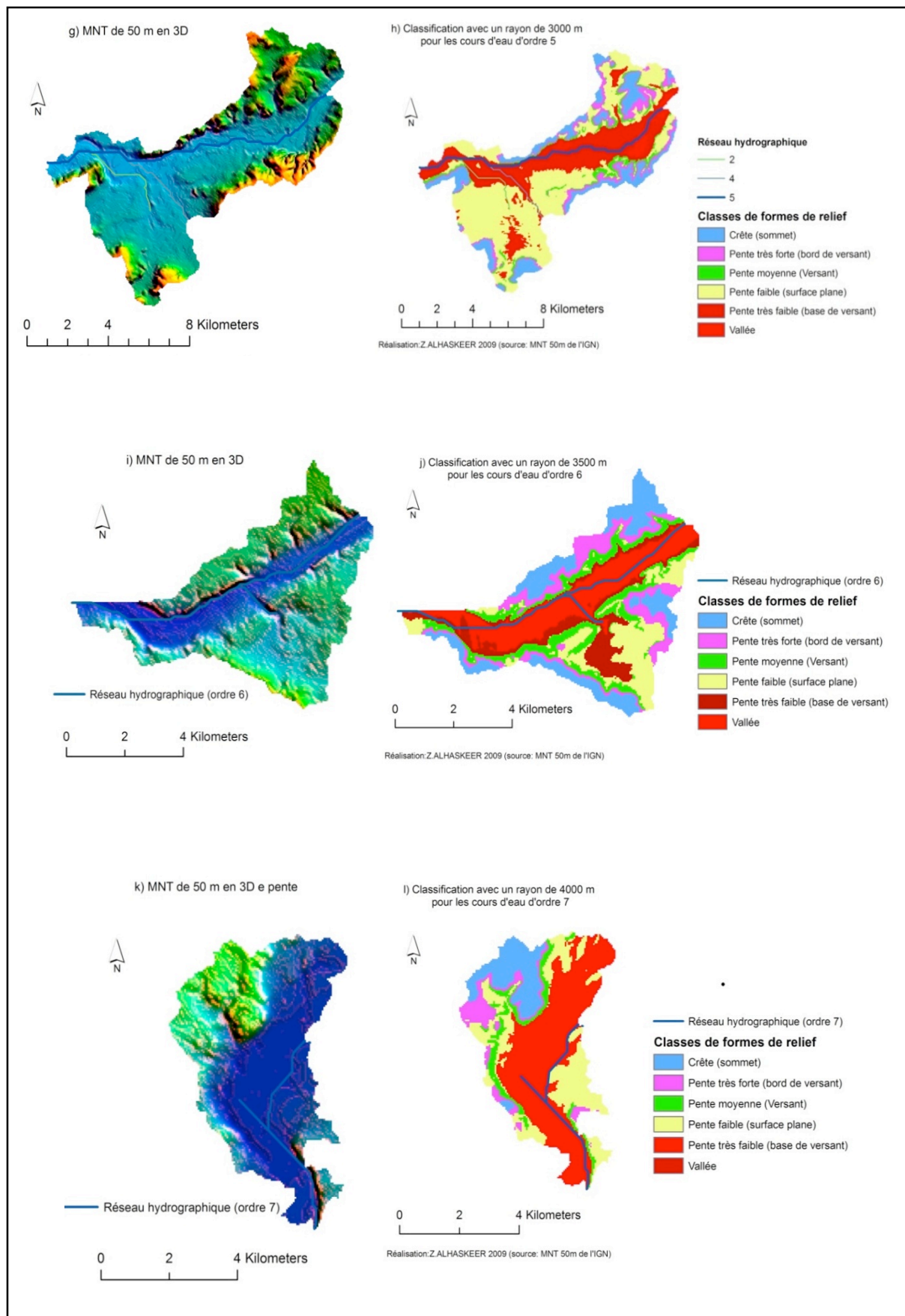


Figure 3.15- Extraction des limites de vallées pour chaque ordre des cours d'eau à partir de critères morphologiques.

### 3.2.3. Validation de délimitation de contours de vallées

Les résultats d'identification de vallées ont été vérifiés par deux méthodes :

- par la comparaison avec la délimitation des zones inondables menée par la DIREN de Pays de la Loire (2007). Celle-ci est réalisée au 1/25 000 à partir de l'identification des limites des plus hautes eaux connues. Le croisement des deux zonages met en évidence un taux de recouvrement 95,5 %. La figure 3.16 illustre ce recouvrement à travers l'exemple du sous bassin versant de la Sarthe aval. Cette carte met en évidence une similitude entre des zones inondables et des limites de vallées extraites par notre méthode.

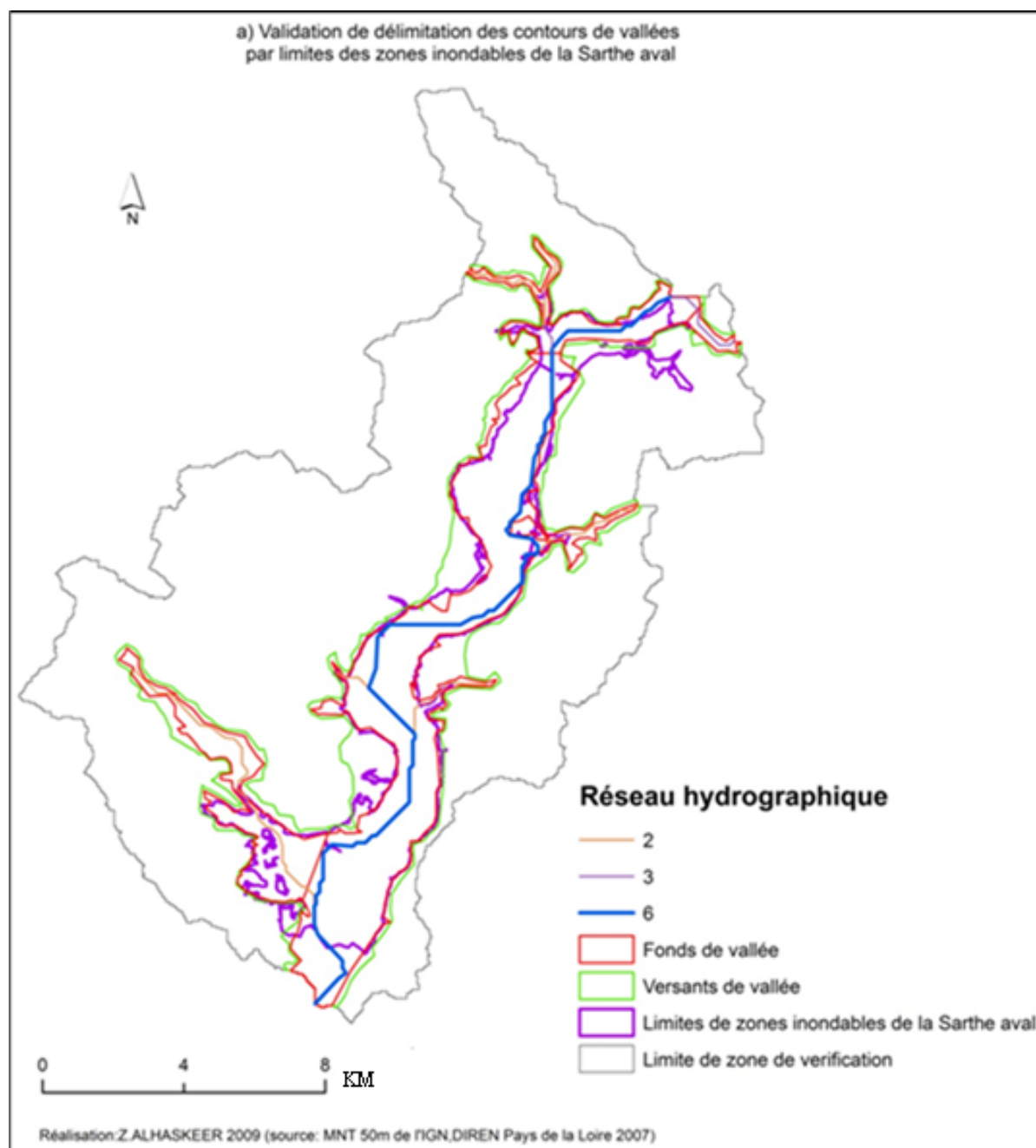


Figure 3.16- Validation de délimitation des contours de vallées par limites des zones inondables de la Sarthe aval.



- Par une validation à partir du terrain. Cette deuxième méthode s'appuie sur 50 points de vérification relevés par un GPS dans tout le bassin versant de la Maine et pour diverses unités topographiques. Le croisement des points du GPS et des limites des fonds de vallée et des versants met en évidence une grande précision dans les mesures d'extraction des limites de vallées (Figure 3.17).

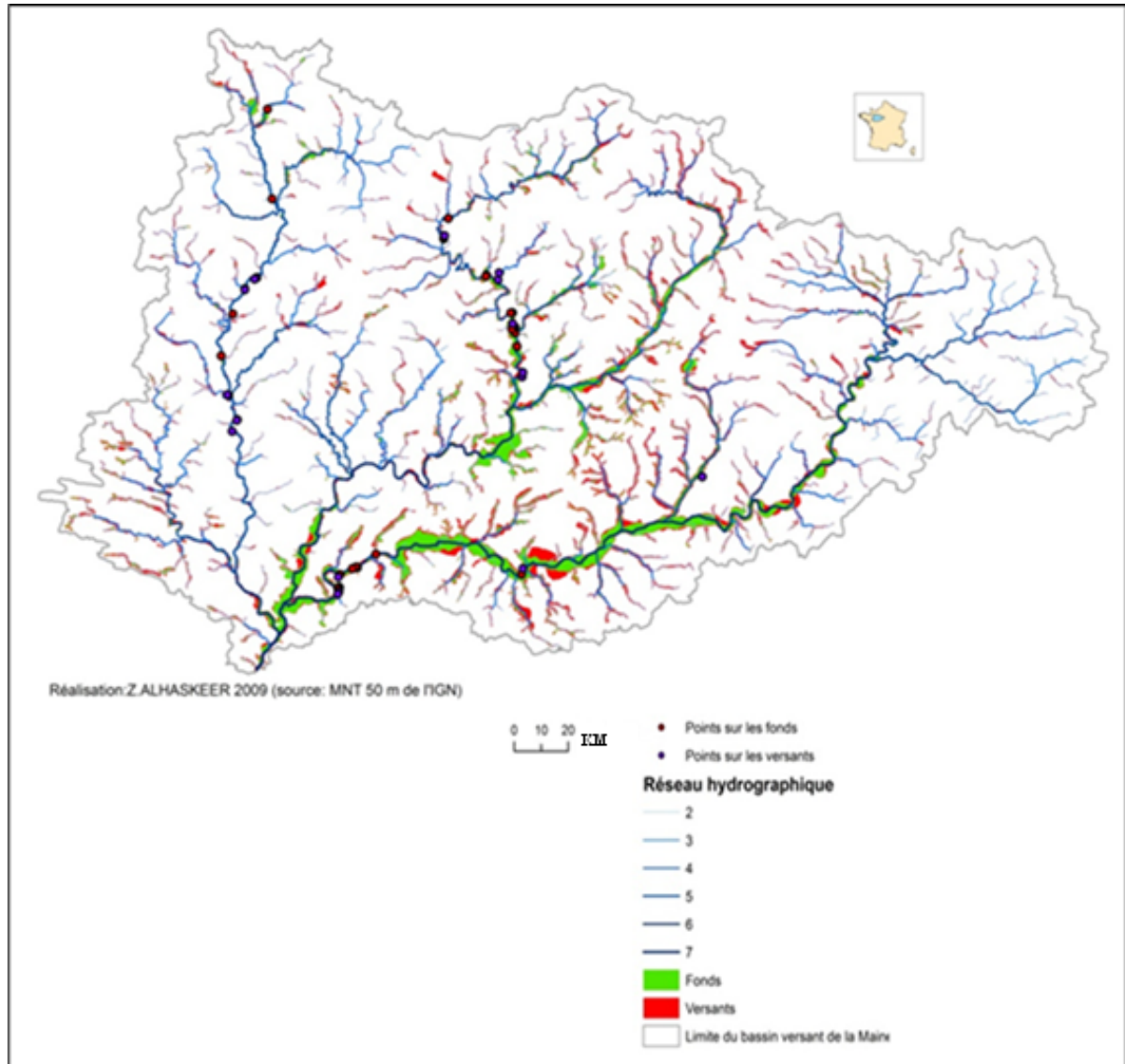


Figure 3.17- Points de vérification des limites de vallées.

Ainsi, la démarche mise en place permet de bien identifier les vallées qui recouvrent 3 313 km<sup>2</sup> dans le bassin versant de la Maine, ce qui constitue 15 % de sa superficie (soit 51 % pour le fond et 49 % pour les versants) (Figure 3.18).

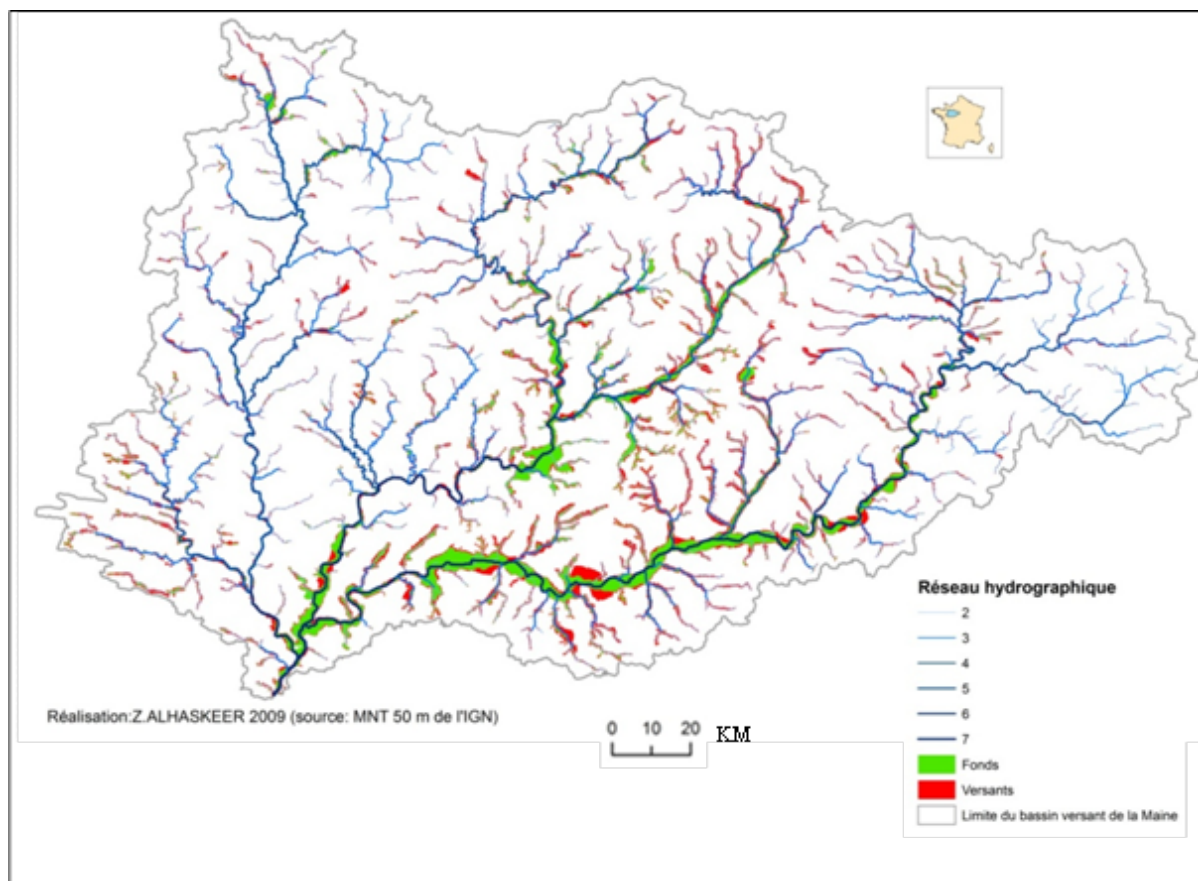


Figure 3.18- Limites des vallées du bassin versant de la Maine.

### 3.3. Méthode du découpage des vallées en entités paysagères

La sectorisation géomorphologique longitudinale des paysages des vallées a pour objet de distinguer, au sein des vallées entières, des entités paysagères spatiales présentant une caractéristique morphologique homogène. Ces entités pourront ensuite être utilisées comme unités d'analyse de paysage. La sectorisation repose sur le principe des entités (tronçons) qui ont des caractéristiques morphologiques homogènes. Un tronçon homogène doit en théorie, selon les lois de la géomorphologie fluviale, présenter des caractéristiques géomorphologiques homogènes : géométrie du lit, pente, sinuosité, largeur du fond de vallée, etc.

#### 3.3.1. Discrimination des tronçons

La discrimination des tronçons est une étape préalable importante dans l'étude de la diversité des types de paysages de vallées. (Corbonnois et Zumstein, 1994 ; Bethemont *et al.*, 1996) Pour la réaliser, nous avons choisi des variables en raison de leur capacité à expliquer les formes et les caractéristiques de paysages de vallées. Les vallées ont été découpées manuellement en tronçons en fonction des variables morphologiques. Quatre variables ont été retenues :

- Ordre des cours d'eau (ordination de Strahler)
- La largeur moyenne du fond de vallée
- La pente moyenne des versants
- La part de surface occupée par le fond de vallée et le versant au sein des vallées

La pertinence et la lisibilité jouent un rôle important dans le nombre de variables discriminantes. Les variables choisies suffisent à caractériser la morphologie des vallées et cela évite la redondance entre celles-ci. L'identification des limites des tronçons s'appuie sur des ruptures observées. L'utilisation des profils en long des cours d'eau principaux permet d'observer les ruptures et de bien délimiter le seuil du découpage.

- *Ordre des cours d'eau (ordination de Strahler)*

La variable d'ordination de Strahler (1957) correspond à la taille du cours d'eau en termes de débit liquide (Bravard et Petit, 2000). Une limite de tronçon est placée à chaque changement de rang de la rivière, c'est-à-dire après chaque confluence avec un affluent de taille équivalente. Pour les cours d'eau de taille importante, les confluences avec des cours d'eau de rangs inférieurs, mais intéressants en terme d'apport liquide, marquent également des limites de tronçons.

- *Largeur moyenne du fond de vallée*

La largeur moyenne du fond de vallée est une variable importante qui joue un rôle essentiel dans les formes de vallées. Elle représente l'extension maximale du lit majeur et permet d'appréhender l'espace de liberté du cours d'eau.

Les cours d'eau de tête de bassin sont en principe reconnus comme ayant très peu d'espace de liberté de part et d'autre du lit majeur. Cet espace augmente lorsque l'on s'éloigne de la source, pour devenir très large lorsqu'il correspond aux plaines alluviales des grands fleuves. Cette variable a priori corrélée à la distance à la source est avant tout une mesure du degré de contrainte imposé par la vallée au cours d'eau (Souchon *et al.*, 2000). La largeur moyenne est mesurée le long de chaque vallée d'amont en aval sur des sections d'une longueur de 500 m. Une limite de tronçon est placée à chaque changement important et brutal de la largeur du fond de vallée (élargissement ou réduction) (Figure 3.19).

- *La pente moyenne des versants*

La pente est une des caractéristiques du relief. Elle intervient dans la structuration de la morphologie par l'apport potentiel de matériaux solides au cours d'eau, et ce indépendamment du débit solide hérité des tronçons amont (Souchon *et al.*, 2000).

La pente moyenne des versants est déterminée à partir de la couverture cartographique des pentes issues de l'analyse du MNT. Le long de chaque vallée, la variation longitudinale de la pente moyenne a été mesurée sur des sections d'une longueur de 500 m. La fonction des statistiques zonales sous ArcGis nous a permis de déterminer la pente moyenne des versants (Figure 3.19).

- *La part de surface occupée par le fond de vallée et le versant*

Les rapports de surface entre fond de vallée et versants au sein des vallées ont été automatiquement déterminés à l'aide d'ArcGis. Cela permet de rendre compte de leur variation respective. Les profils en long des cours d'eau principaux sont construits. Ils nous permettent de déterminer les limites du découpage qui sont liés à l'existence des secteurs plus lents en aval ou l'inverse des secteurs plus rapides en amont.

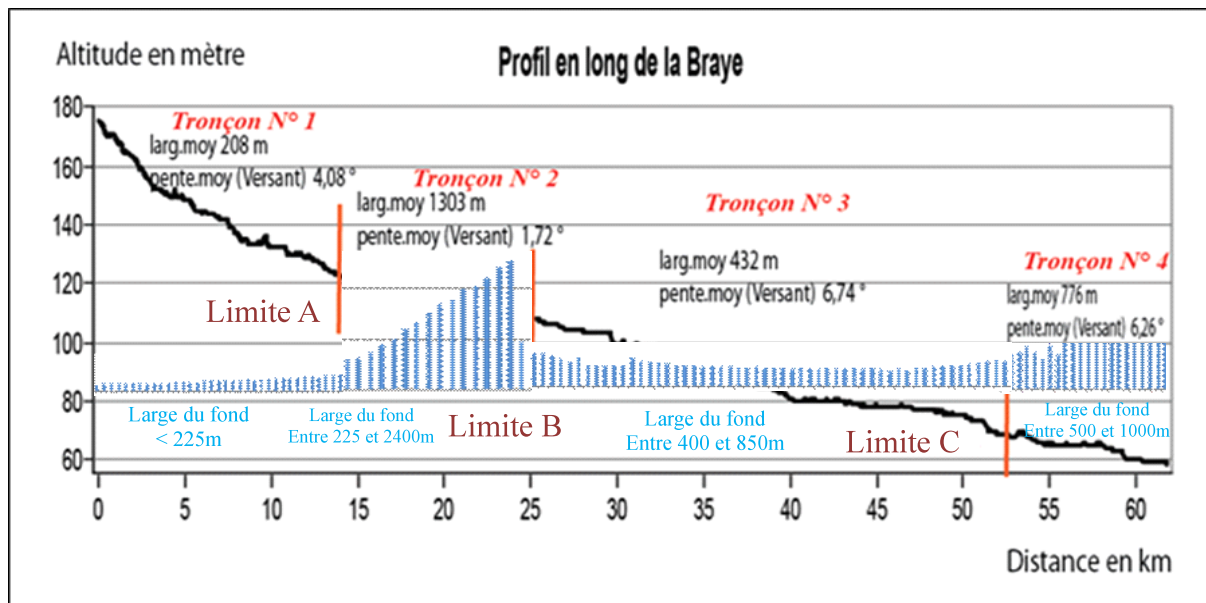


Figure 3.19- Découpage les vallées de la Braye en tronçons homogènes.

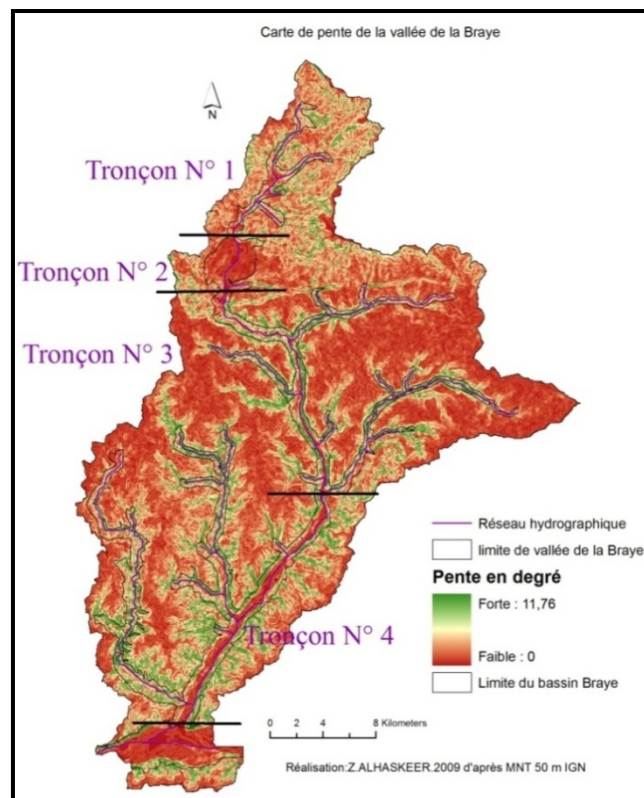


Figure 3.20- Exemple de sectorisation longitudinale de la vallée de la Braye (BV Loir).

Dans la figure 3.20, la vallée de la Braye a été découpée en quatre tronçons en fonction de l'ordination de Strahler, des variations de la largeur du fond de vallée, des valeurs moyennes de pente des versants et des observations des limites sur le profil en long. Une première limite (A) est identifié en amont entre une section un tronçon amont (n°1) caractérisée par un fond de vallée étroit (208 m de large en moyenne), des versants marqué (4,08° en moyenne) et une pente hydrographique faible (1,15 m/km) et un section en basses tronçon aval (n°2) caractérisé par un fond de vallée très large (1303 m de large en moyenne), des versants très peu marqué (1,27° en moyenne) et une pente hydrographique faible (1,87 m/km). Une



seconde limite (B) isole le tronçon (n°2) d'un tronçon (n°3) présentant un fond de vallée large (432 m de large en moyenne), des versants assez marqués (6,78° en moyenne) et une pente hydrographique modeste (1,61 m/km). Enfin, une dernière limite (C) isole un dernier tronçon (n°4) situé en aval qui se caractérise par un fond de vallée large (776 m de large en moyenne), des versants assez marqués (6,26° en moyenne) et une pente longitudinale faible (1,09 m/km) (Figure 3.20). De cette façon, 548 tronçons d'une longueur moyenne de 10 km sont isolés le long de vallées du bassin versant de la Maine (Figure 3.21). La liste des tronçons est fournie en annexes N°5.

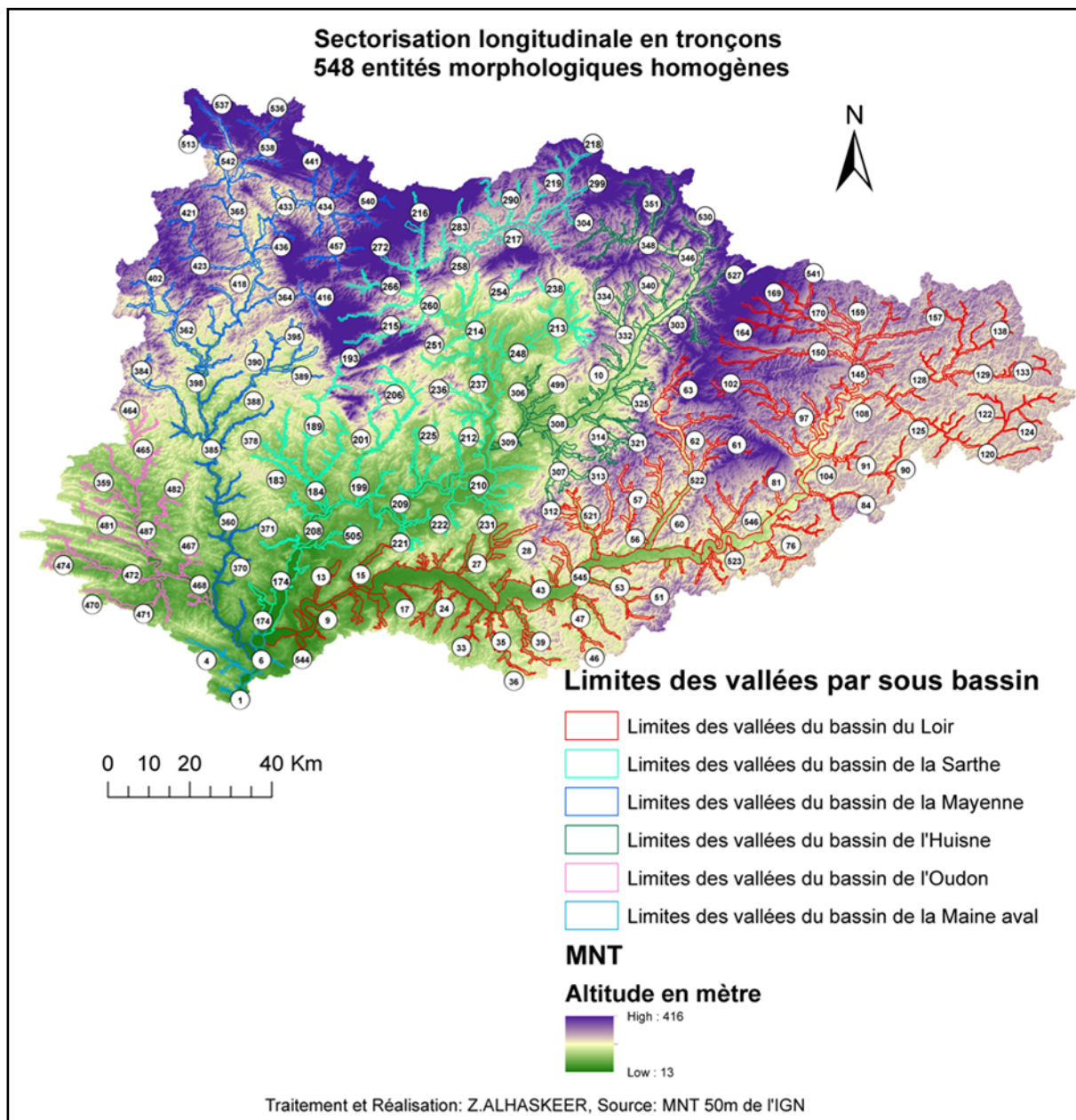


Figure 3.21- Sectorisation longitudinale : 548 tronçons de vallées du bassin versant de la Maine.

### **Conclusion du Chapitre 3**

L'identification de contours de vallées à partir d'un MNT conduit à définir les limites morphologiques des vallées. Le résultat permet de rendre compte de l'intérêt des outils d'analyse spatiale. La méthode utilisée s'appuie sur des critères morphologiques dans la définition de limites de vallées.

La définition des tronçons homogènes à partir des caractères physiques permet de dégager des tronçons de référence qui ont des caractéristiques morphologiques semblables. Cette définition est indispensable pour réaliser une typologie et dégager de types paysagers des vallées. Il s'agit de proposer un découpage de vallées de la Maine qui prenne en compte des paramètres physiques à l'échelle du bassin versant. Les paramètres pris en compte pour établir ce découpage en tronçons à l'échelle du bassin versant sont l'ordre de Strahler ou position hiérarchique du cours d'eau sur l'ensemble du réseau hydrographique, ainsi que, la largeur moyenne du fond de vallée, la pente moyenne des versants et enfin, la part de surface occupée par le fond de vallée et les versants au sein des vallées.

Ces différents paramètres sont dérivés d'informations géographiques précises et leur analyse fait forcément appel aux techniques d'analyse spatiale. Ainsi, l'intérêt de la méthode de délimitation des contours des vallées s'appuie sur l'utilisation des données publiques disponibles (IGN). Cela donne un poids important pour notre méthode en comparaison avec d'autres sources des données qui ne sont pas toujours disponibles.



## **Chapitre 4 : La caractérisation des paysages de vallées (Approche morphologique)**

## Introduction du Chapitre 4

Le paysage est le lieu abstrait où les objets spatiaux sont traduits en signes visuels, perceptibles pour un observateur potentiel. Les objets sont considérés en tant qu'éléments d'images, définis par des lignes, des formes, des couleurs, des textures, qui donnent un habillage aux volumes (Wieber, 1985). L'évaluation des paysages de vallée repose sur la définition d'indicateurs considérés comme représentatifs de la qualité paysagère. Afin de rendre compte des caractérisations de paysages de vallée, nous avons utilisé deux approches qui expliquent les caractéristiques des composants de paysages de vallées. La première, l'approche morphologique qui étudie la composition et la structure spatiale de chaque tronçon pour identifier de grands types morphologiques. La deuxième, l'approche d'occupation du sol permet de mettre en évidence l'homogénéité ou la diversité des vallées. L'échelle du travail est composée d'une vallée, un fond de vallée et des versants. La démarche du travail repose sur la réalisation d'une typologie spatiale avec des variables spécifiques selon l'entité utilisée.

Le but de ce chapitre est d'analyser et de quantifier les formes des vallées dans leur diversité et de mieux comprendre leurs liens avec l'occupation du sol. Ce chapitre 4 vise à classifier les tronçons des vallées issus du découpage réalisé dans le chapitre précédent, en fonctions des variables morphologiques. Cette classification repose sur l'identification des critères morphologiques qui contribuent à distinguer des types de paysages de vallées dans le bassin versant de la Maine. Le choix des critères s'appuie sur l'échelle de zone d'étude et les données disponibles. Les outils du SIG nous permettent d'utiliser des variables morphologiques à l'échelle d'un bassin versant à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT).

#### 4.1. Choix des critères morphologiques (morphométriques) des tronçons de vallées et description des variables retenues

Dans ce travail, nous avons considéré qu'un tronçon correspond de manière générale à un bassin versant. Cela permet d'utiliser les nombreux indices morphologiques qui le décrivent. Delahaye et al (2005) ont distingué quatre catégories des indices les plus couramment utilisés en hydrologie : indices de forme, indices de volume, indices de réseaux et indices croisés (Delahaye et al., 2005) (Figure 4.1 ).

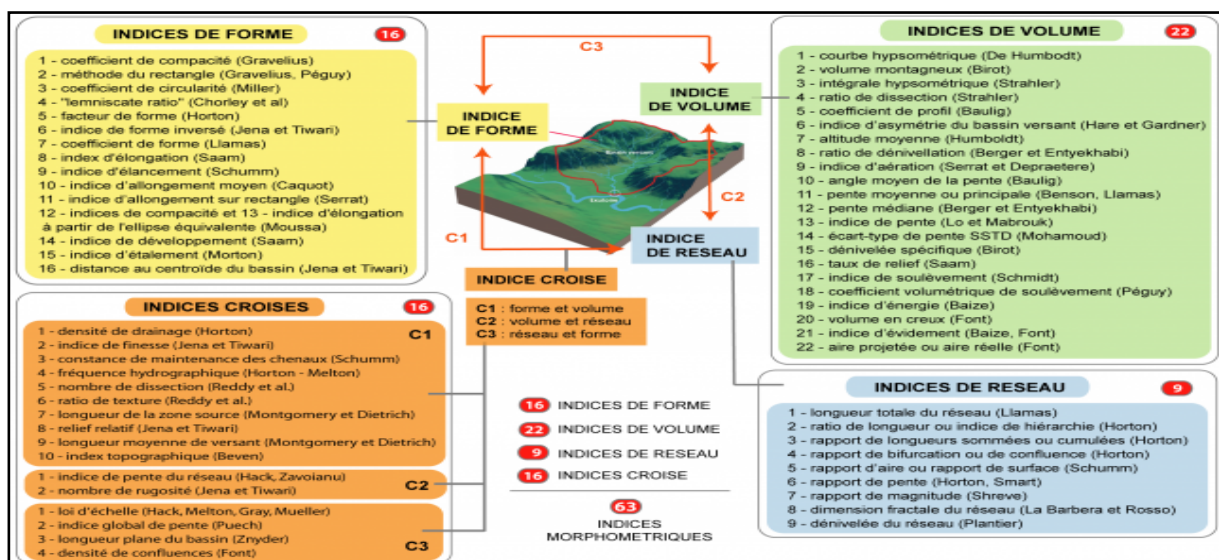


Figure 4.1- Typologies des indices morphométriques couramment utilisés en hydrologie (Source : Delahaye et al., 2005).

Quinze variables morphométriques descriptives ont été mesurées pour chacun des tronçons (Tableau 4.1) qui se compose d'un fond de vallée et de deux versants. Ces variables sont retenues par Germaine (2009) dans sa thèse. Nous ajoutons quatre variables (largeur moyenne du fond et du tronçon, altitude moyenne du tronçon et densité de drainage).

Variable/échelle		Fond de vallée (FV)	Versant (V)	Tronçon (T)
Critères morphométriques	Indices de forme			Pente moyenne du tronçon
				Ecart-type de pente de tronçon
			Pente moyenne de versant	
				Altitude moyenne du tronçon
		Largeur moyenne du fond		
				Largeur moyenne du tronçon
				Indice de compacité
		Largeur du rectangle équivalent du fond		
				Largeur du rectangle équivalent du tronçon
		Part de la surface occupée par le fond		
			Part de la surface occupée par le versant	
	Indices de réseau			Sinuosité du cours d'eau
	Indices de croisés (réseau et forme)			Densité hydrographique
	Indices de croisés (forme et volume)			Densité de drainage
	Indices de croisés (volume et réseau)			Pente hydrographique

Tableau 4.1- Les variables morphologiques utilisées.

#### 4.2. Modalités de description des variables morphologiques

- *Pente moyenne du tronçon*

La pente moyenne du tronçon est obtenue à partir de la moyenne des pentes de chaque cellule du tronçon considéré. Cette variable résulte du MNT 50m (Modèle Numérique de Terrain), à partir duquel a été générée une couche avec les valeurs de pente. Cette pente moyenne est mesurée à partir d'une analyse statistique zonale sous ArcGis 9.3.

- *Ecart-type de pente de tronçon*

L'écart-type de pente permet de rendre compte de l'homogénéité ou non des valeurs de pente au sein du tronçon (Mohamoud, 2004). Il est mesuré à partir d'une analyse statistique zonale sous ArcGis 9.3.

- *Pente moyenne de versant*

La pente moyenne de versant permet de renseigner le degré de la déclivité des versants. Cette caractéristique est déterminée à partir de la couverture des pentes issues de l'analyse du MNT.

- *Largeur moyenne du fond*

La largeur moyenne du fond de vallée est une variable importante dans la discrimination des vallées car elle joue un rôle essentiel dans les formes de vallées. Elle est mesurée le long de chaque tronçon des sections d'une longueur de 500 m.

- *Indice de compacité*

L'indice de compacité est un indicateur permet de déterminer la forme des tronçons et celle du fond de vallée. Il est défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface :

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

$K_G$  est l'indice de compacité de Gravelius,  $A$  : surface du tronçon [km<sup>2</sup>],  $P$  : périmètre du tronçon [km].

Cet indice se détermine à partir d'une MNT en calculant le périmètre du tronçon et sa surface.

- *Largeur du rectangle équivalent*

La notion de rectangle équivalent permet de comparer facilement des tronçons entre eux. Le tronçon rectangulaire résulte d'une transformation géométrique du tronçon réel dans laquelle on conserve la même superficie, le même périmètre (ou le même coefficient de compacité). Son calcul s'appuie sur le calcul préalable de l'indice de compacité de Gravelius, qui est appliqué à l'échelle du tronçon et le fond de vallée principale de chacun des tronçons. Les dimensions du rectangle équivalent sont déterminées par les formules suivantes (Roche, 1963). La longueur  $L$  et la largeur  $l$  sont exprimées par les deux équations ci-dessous:

$$L = \frac{1}{2} \cdot K_G \cdot \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{2}{\sqrt{\pi} \cdot K_G} \right)^2} \right) \text{ avec } K_G \geq \frac{2}{\sqrt{\pi}}$$

$$l = \frac{1}{2} \cdot K_G \cdot \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2}{\sqrt{\pi} \cdot K_G} \right)^2} \right) \text{ avec } K_G \geq \frac{2}{\sqrt{\pi}}$$

Avec :  $K_G$  : Indice de compacité de Gravelius,  $A$  : Superficie du tronçon en km<sup>2</sup>  $L$  : Longueur du rectangle équivalent en km,  $l$  : Largeur du rectangle équivalent en km.

- *Sinuosité du cours d'eau*

La sinuosité d'un cours d'eau ou d'un tronçon de cours d'eau s'évalue en rapportant la longueur réelle à la distance en ligne droite au sein du tronçon entre deux points extrêmes. Lorsque le résultat est compris entre 1,25 et 1,5 on dit que le cours d'eau est sinueux. Au-delà de 1,5 il est méandrique.

- *Densité hydrographique*

La densité hydrographique représente le nombre total de confluences par unité de surface du tronçon.

$$F = \frac{\sum N_i}{A}$$

Où :  $F$  : densité hydrographique [km<sup>-2</sup>] ;  $N_i$  : nombre de cours d'eau dans un tronçon ;  $A$  : superficie du tronçon [km<sup>2</sup>].

- *Densité de drainage*

La densité de drainage est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du tronçon :

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

Avec :  $Dd$  : densité de drainage [ $\text{km}/\text{km}^2$ ] ;  $Li$  : longueur de cours d'eau dans un tronçon [ $\text{km}$ ] ;  $A$  : surface du tronçon [ $\text{km}^2$ ].

Les tronçons à haute densité de drainage et à haute densité hydrographique (deux facteurs allant souvent de pair) présentent en général un substratum imperméable, un couvert végétal restreint.

- *Pente hydrographique*

La pente hydrographique du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire. Une pente abrupte favorise et accélère l'écoulement superficiel, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps de s'infiltrer, entièrement ou en partie, dans le sol. Le calcul des pentes hydrographiques s'effectue à partir de la différence d'altitude entre l'extrémité amont du tronçon et l'extrémité aval rapportée à la longueur du cours d'eau principal.

### **4.3. Traitement des variables et typologie.**

#### **Analyse en composante principale (ACP) des variables morphométriques**

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode de la famille de l'analyse des données et plus généralement de la statistique multivariée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles en nouvelles variables décorrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales".

Elle permet de réduire l'information en un nombre de composantes plus limité que le nombre initial de variables. L'objectif de l'ACP est de différencier les tronçons et identifier les variables morphométriques qui contribuent le plus à leur séparation. L'utilisation de l'ACP est importante lorsque l'on effectue d'une analyse multivariée.

#### **Une typologie en trois classes principales**

Afin d'identifier les variables qui sont plus pertinentes dans la classification de tronçons, une ACP est réalisée sur l'ensemble de ces 15 variables. Elle est suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) permettant de construire des arbres de classification des tronçons. Ce qui nous intéresse ici, n'est pas la hiérarchie, mais une typologie, c'est à dire une partition de l'ensemble des variables en classes qui sont compactes, bien séparées les unes des autres et facilement interprétables.

Les quatre premiers axes ont montré le pourcentage d'informations. 41 % pour l'axe 1, 19 % pour l'axe 2, 12 % pour l'axe 3 et 9 % pour l'axe 4. Les deux premiers axes concentrent plus de 60 % de l'information totale (Tableau 4.2). Nous avons exclu l'axe (4), du fait de la faible représentation du pourcentage de l'information sur cet axe.

Le tableau 4.2 montre les corrélations entre les composantes principales de l'ACP et les variables initiales.

La sectorisation en tronçons classés par types met en avant une forte hétérogénéité longitudinale le long des vallées et révèlent de forts contrastes en particulier entre la Sarthe (15 tronçons) et la Mayenne (18 tronçons).

Les résultats des traitements mettent en évidence l'importance de la pente des versants et de la largeur dans la différenciation des tronçons. Les variables les plus significatives sont liées à la pente des versants qui contribue à plus de 70 % au deuxième axe. Celui-ci permet de mettre en évidence des contrastes d'amont en aval et de révéler l'incision des tronçons. L'axe 1 repose sur les variables de forme (50 %) qui distinguent les vallées larges des vallées étroites. L'axe 2 (plus de 70 %) oppose des tronçons en fortes pentes des versants à des tronçons aux

pentcs plus faibles. Enfin, l'axe 3 repose sur la répartition des surfaces entre fond de vallée et versants (42 %), il permet de distinguer les tronçons aux fonds de vallées étendus des tronçons où les versants sont majoritaires (Figure 4.2).

variables		Contribution (%)			
Type de variables	variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Indices de forme	Pente moyenne du tronçon	5,61	20,63	1,50	0,05
	Ecart-type de pente de tronçon	2,14	25,68	3,80	0,58
	Pente moyenne de versant	2,93	25,34	3,73	0,00
	Altitude moyenne du tronçon	3,54	0,01	3,21	3,18
	Largeur moyenne du fond	11,50	5,85	1,70	0,53
	Largeur moyenne du tronçon	13,14	2,83	0,54	1,31
	Indice de compacité	13,62	2,36	0,58	1,68
	Largeur du rectangle équivalent du fond	12,03	5,20	1,75	1,21
	Largeur du rectangle équivalent du tronçon	0,13	0,01	0,02	39,49
	Part de la surface occupée par le fond	10,77	0,83	20,73	0,02
	Part de la surface occupée par le versant	10,77	0,83	21,73	0,02
Indices de réseau	Sinuosité du cours d'eau	0,23	0,94	9,00	24,74
Indices de croisés (réseau et forme)	Densité hydrographique	2,26	1,91	12,10	15,41
Indices de croisés (forme et volume)	Densité de drainage	5,87	5,64	19,59	0,09
Indices de croisés (volume et réseau)	Pente hydrographique	5,46	1,94	0,02	11,71
Total (% d'information restitué par l'axe)		40,86 %	19,23 %	11,97 %	8,52 %

Tableau 4.2- Contribution des variables retenues pour l'ACP effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallées du bassin versant de la Maine.

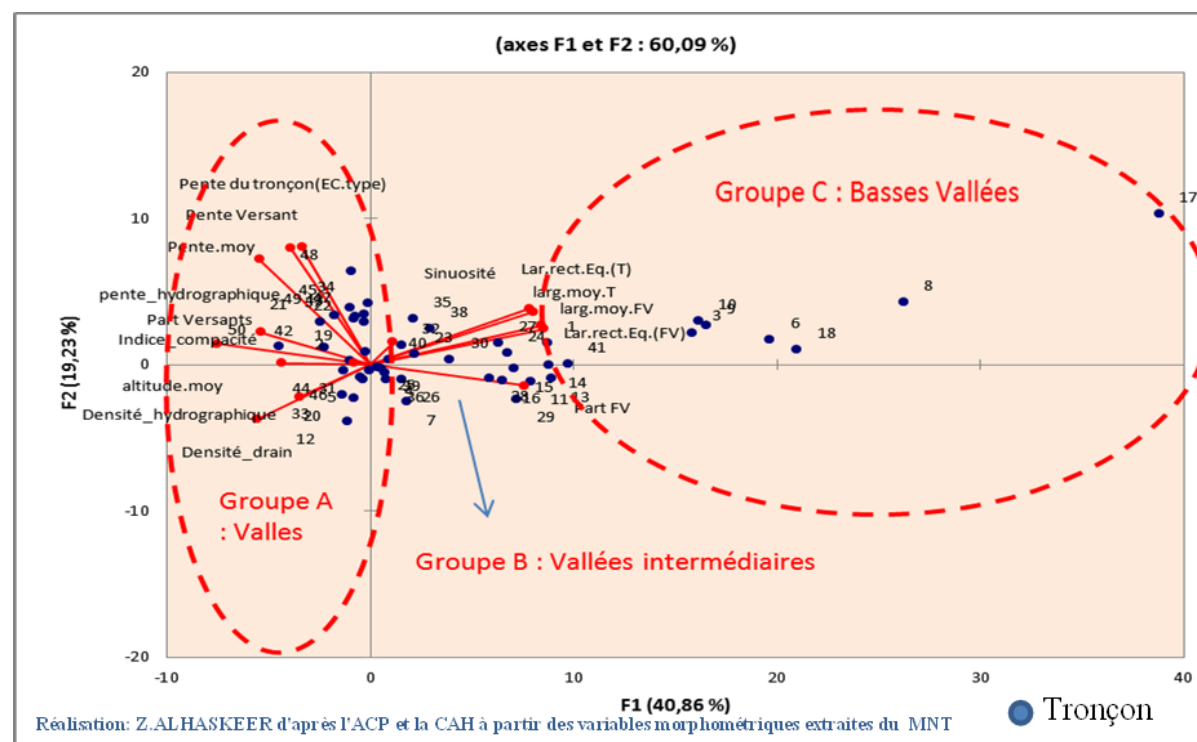


Figure 4.2- position des tronçons et des variables morphométriques sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur l'ensemble des 548 tronçons et groupes isolés par la CAH.



Types / Caractéristiques	A – « Gorges et vallées très encaissées »	B – « Vallées intermédiaires »	C- « Basses vallées »
Indices de forme	-Pente forte (4° à 10,5°) ou (7 à 18,8 %)  -Pente moyenne des versants (5,11 à 11,22°) ou (9 à 20,24 %)  -Pente hydrographique (0,33 à 16,76 m/km)	-Pente moyenne du tronçon (0,22° à 5,62°) ou (0,4 à 10 %)  -Pente moyenne des versants (0,24 à 7,55°) ou (0,42 à 13,4%)  -Pente hydrographique (0,07 à 15,5 m/km)	-Pente très faible (0,31° à 2,88°) ou (0,54 à 5,61 %)  -Pente moyenne des versants (1,1 à 4,05°) ou (1,92 à 6,61 %)  -Pente hydrographique (0,043 à 0,74 m/km)
Type	Vallées en gorges et très encaissées	Caractéristiques morphologiques « moyennes » (classe intermédiaire majoritaire)	Vallées larges à fond plat
Répartition fond de vallée / versants	Gorges : fonds de vallées étroits (moins de 20 % du tronçon) Très encaissées : fonds étroits (9 à 48 %) à larges (plus 48 %)		Fonds de vallées très larges (60 à 90 % du tronçon)
Localisation	Parties amont		Parties aval
Nombre (tronçons)	90	448	10
%	16,42 %	81,75 %	1,82 %

*Tableau 4.3- Description des trois types de forme de vallées » isolés par la CAH.*

La classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur les trois premiers axes (72 % de l'information totale) dans le but de différencier de grandes classes de vallées. La distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer deux classes extrêmes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges » et les « Basses Vallées », et permet de rassembler la majorité des tronçons au sein de la classe centrale regroupant 82 % des tronçons (Tableau 4.3) :

- i. Le premier groupe (A), situé à l'extrémité gauche de l'axe (1), renvoie à des vallées en gorges et très encaissées présentant des pentes moyennes à fortes des versants (5,11 à 11,22°) et des fonds de vallées étroits (part de la surface occupée par le fond est de 9 à 48 %). Ces quatre-vingt-dix tronçons correspondent à des vallées « Gorges et vallées très encaissées ».
- ii. Le deuxième groupe (B), rassemble des tronçons aux caractéristiques morphologiques « intermédiaires » qui regroupent la majorité des tronçons (82 % du nombre des tronçons des vallées du bassin de la Maine).
- iii. Le troisième groupe (C), situé à l'extrémité droite de l'axe (1), regroupe des tronçons aux versants en pente faible à moyenne (1,1 à 4,05°), ces vallées sont larges à fond plat (60 à 90 % du tronçon en fond de vallée) situées dans la parties aval (Basses Vallées Angevine). Ces dix tronçons correspondent à des vallées « Basses Vallées ».

#### **4.3.1. Caractérisation des vallées en Gorges et très encaissées**

Une nouvelle classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur le groupe (A) « Gorges et vallées très encaissées » (90 tronçons) dans le but de bien différencier de classes de vallées en gorges et très encaissées. La distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer trois classes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges », les « vallées très encaissées étroites », et les « vallées très encaissées larges » (Tableau 4.4) :

- i. La première classe (A1), renvoie à des vallées en pente forte des versants (en gorges) présentant des pentes moyennes fortes des versants (8,55 à 11,22°), des fonds de vallées de faible surface relative (moins de 20 % du tronçon) et une largeur du fond de vallée très étroites (moins de 250 m). Ces sept tronçons correspondent à des vallées nommées « *Gorges* ».
- ii. La deuxième classe (A2), rassemble des vallées en pente présentant des pentes moyennes fortes des versants (5,11 à 8,98°), des fonds de vallées de faible surface relative (9 à 48 %) et une largeur du fond de vallée très étroites (moins de 300 m). Ces soixante-dix-sept tronçons correspondent à des vallées nommées « *étroites très encaissées* ».
- iii. La troisième classe (A3), renvoie à des vallées en pente présentant des pentes moyennes fortes des versants (5,11 à 8,98°), des fonds de vallées de forte surface relative (plus de 48 %) et une largeur du fond de vallée très large (plus de 300 m). Ces huit tronçons correspondent à des vallées nommées « *larges très encaissées* ».

Types de vallées	Vallées gorges (A1)	Vallées étroites très encaissées (A2)	Vallées larges très encaissées (A3)
Caractéristiques	-Pente très forte (8° à 10,5°) ou (14,1 à 18,8 %). -Fonds de vallées de faible surface relative (moins de 20 % du tronçon). -Largeur du FV très faible moins de 250 m. -Pente moyenne de versant (8,55 à 11,22°). -Pente hydrographique (2,31 à 16,76 m/km).	-Pente forte (5,1° à 8°) ou (8,83 à 13,57 %). -Fonds de vallées de faible surface relative (9 à 48 % du tronçon). -Largeur du FV est de moins de 300 m. -Pente moyenne de versant (5,11 à 8,98°). -Pente hydrographique (0,33 à 12,84 m/km)	-Pente (4,1° à 7°) ou (6,94 à 12,37 %). -Fonds de vallées de forte surface relative (plus 48 % du tronçon). -Largeur du FV est de plus de 300 m -Pente moyenne de versant (5,11 à 8,98°) -Pente hydrographique (0,7 à 12,04 m/km).
Nombre (tronçons)	7	75	8
%	1,28 %	13,69 %	1,45 %

Tableau 4.4- Description des trois types de forme de « vallées gorges et très encaissées » isolés par la CAH.

#### 4.3.2. Caractérisation des vallées intermédiaires

La majorité des vallées dans le bassin versant de la Maine sont des vallées intermédiaires qui présentent 82 % du nombre des tronçons. Ces vallées ont des caractéristiques morphologiques moyennes. Une nouvelle ACP, appliquée sur ces tronçons est réalisée à partir des mêmes variables (Tableau 4.5).

variables		Contribution (%)			
Type de variables	variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Indices de forme	Pente moyenne du tronçon	3,95	22,34	1,19	0,87
	Ecart-type de pente de tronçon	0,37	26,92	3,47	0,00
	Pente moyenne de versant	0,99	26,39	4,48	0,60
	Altitude moyenne du tronçon	2,27	0,37	1,99	2,97
	Largeur moyenne du fond	13,01	3,58	2,43	1,28
	Largeur moyenne du tronçon	14,71	1,23	0,41	1,68
	Indice de compacité	15,46	0,68	0,48	2,07
	Largeur du rectangle équivalent du fond	13,90	2,46	2,64	2,19
	Largeur du rectangle équivalent du tronçon	0,09	1,15	0,06	16,63
	Part de la surface occupée par le fond	10,09	1,99	20,35	0,17
	Part de la surface occupée par le versant	10,09	1,99	20,35	0,17
Indices de réseau	Sinuosité du cours d'eau	2,62	2,57	19,49	12,95
Indices de croisés (réseau et forme)	Densité hydrographique	7,21	3,60	16,27	0,65
Indices de croisés (forme et volume)	Densité de drainage	0,16	3,42	5,67	23,15
Indices de croisés (volume et réseau)	Pente hydrographique	5,09	1,31	0,74	34,64
Total (% d'information restitué par l'axe)		38,04 %	20,78 %	11,84 %	9,00 %

Tableau 4.5 - Contribution des variables retenues pour l'ACP effectuée sur l'ensemble des 448 tronçons de la classe intermédiaire (groupe n° 2) dans le bassin versant de la Maine.

Le pourcentage d'information restitué par les quatre premiers axes est de 80 %, 38 % pour l'axe 1, 21 % pour l'axe 2, 12 % pour l'axe 3 et 9 % pour l'axe 4. L'axe 1 repose sur les variables de forme (57 %) qui distinguent les vallées de faible surface relative à large. L'axe 2 repose sur les variables de pente qui contribuent au deuxième axe (76 %) présentant les variations d'encaissement des tronçons. L'axe 3 repose sur la répartition de surface entre le fond de vallée et versant (41 %) et la sinuosité des cours d'eau (20 %). Enfin, l'axe 4 repose sur les variables de croisées (pente hydrographique, Densité de drainage).

La CAH est appliquée sur les quatre premiers axes de l'ACP qui permet de différencier sept classes. L'encaissement des tronçons constitue un premier facteur de différenciation entre des tronçons avec des versants bien marqués à peu marqués (indistincts), puis la largeur du fond de vallée qui permet isoler les tronçons larges et étroits. Les valeurs de pente et l'encaissement permettent d'isoler des groupes principaux, et les variables de forme permettent de distinguer entre eux des groupes secondaires (Figure 4.3 et Tableau 4.6) :

- i. Le premier groupe (B1) : réunit 185 tronçons des vallées aux versants aux pentes fortes (3 à 6,72°), des fonds de vallées de faible surface relative (9,32 à 44,91 %) et la largeur du fond de vallée étroite (moins de 300 m) : ce sont des « *Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits)* ».
- ii. Le deuxième groupe (B2) : regroupe 26 tronçons représentant des pentes équivalentes au groupe (B1) mais qui se distinguent par une forme large (fond de vallée occupe de plus 45 % de la superficie des tronçons) et une largeur du fond de vallée de plus de 400 m) : ce sont des « *Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges)* ».
- iii. Le troisième groupe (C1) : rassemble 122 tronçons des vallées aux versants aux pentes faibles (0,34 à 2,99°), des fonds de vallées de faible surface relative (17,22 à 47,92 %) et une largeur du fond de vallée étroite (moins de 400 m). Ces vallées ne présentent aucune caractéristiques morphologiques particulières : ce sont des « *Vallées intermédiaires (fonds étroits)* ».
- iv. Le quatrième groupe (C2) : réunit 32 tronçons représentant des pentes équivalentes au groupe (C1) mais qui se distinguent par une forme large (fond de vallée occupe de

plus 48 % de la superficie des tronçons et largeur du fond de vallée de plus de 400 m) : ce sont des « *Vallées intermédiaires (fonds larges)* ».

- v. Le cinquième groupe (D), regroupe 14 tronçons de vallées aux versants aux pentes fortes (3,65 à 7,55°). Ces tronçons se distinguent par des cours d'eau très méandrique (sinuosité 1,52 à 2,6), il s'agit de vallées très méandriques comme la vallée Vègre aval : ce sont des « *Vallées à méandres encaissées* ».
- vi. Le sixième groupe (E1) : rassemble 44 tronçons, qui avec pentes très peu prononcées (0,25 à 2,22°) qui présentent des morphologies proches des basses vallées. Il s'agit des vallées peu différenciées par leurs zones environnantes et peu identifiables au sein du paysage environnant : ce sont des « *Vallées évasées faiblement marquées* ».
- vii. Le septième groupe (E2) : réunit 25 tronçons aux pentes peu prononcées (0,5 à 3,92°) et des tronçons associés à des formes très évasées propres aux têtes de bassin versant et caractérisées par une faible incision (pente hydrographique faible) : ce sont des vallées « *Vallées évasées des têtes de bassins* ».

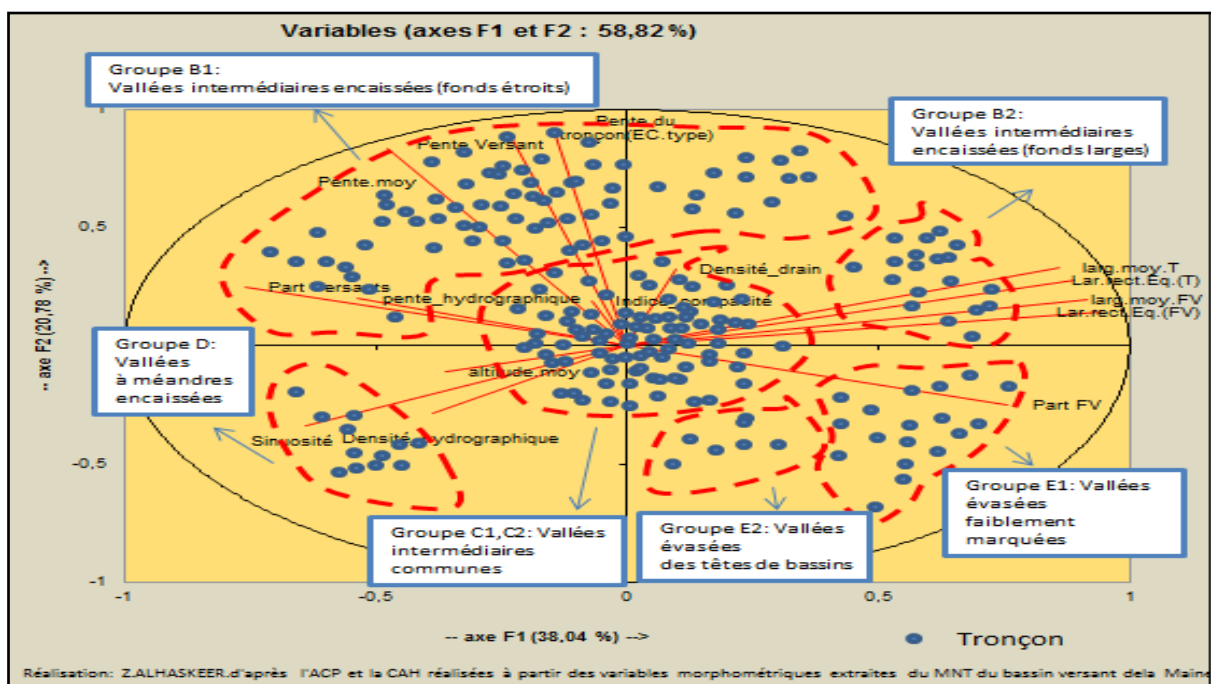


Figure 4.3- Position des tronçons et des variables morphométriques sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les tronçons du groupe (2) « 442 tronçons » et groupes isolés par la CAH.

Les résultats de la classification des tronçons (Tableau 4.6 et Figure 4.5) à partir des critères morphologiques montrent que les variables de forme (pente) révèlent un facteur principal puisqu'elles permettent de distinguer des classes remarquables. Cette typologie met en avant l'évolution des vallées en gorges aux basses vallées. Elle permet d'identifier des vallées peu marquées (vallées évasées faiblement marquées) et très proches de la classe des basses vallées qui ne présentent pas une forme marquée. Les vallées intermédiaires sont les plus répandues dans le bassin versant de la Maine. Ce sont des vallées ordinaires qui ne présentent aucune caractéristique morphologique exceptionnelle.

La typologie finale des classes centrales s'articule autour de sept classes qui révèlent l'importance des variables de forme dans la classification des vallées du bassin versant de la Maine.

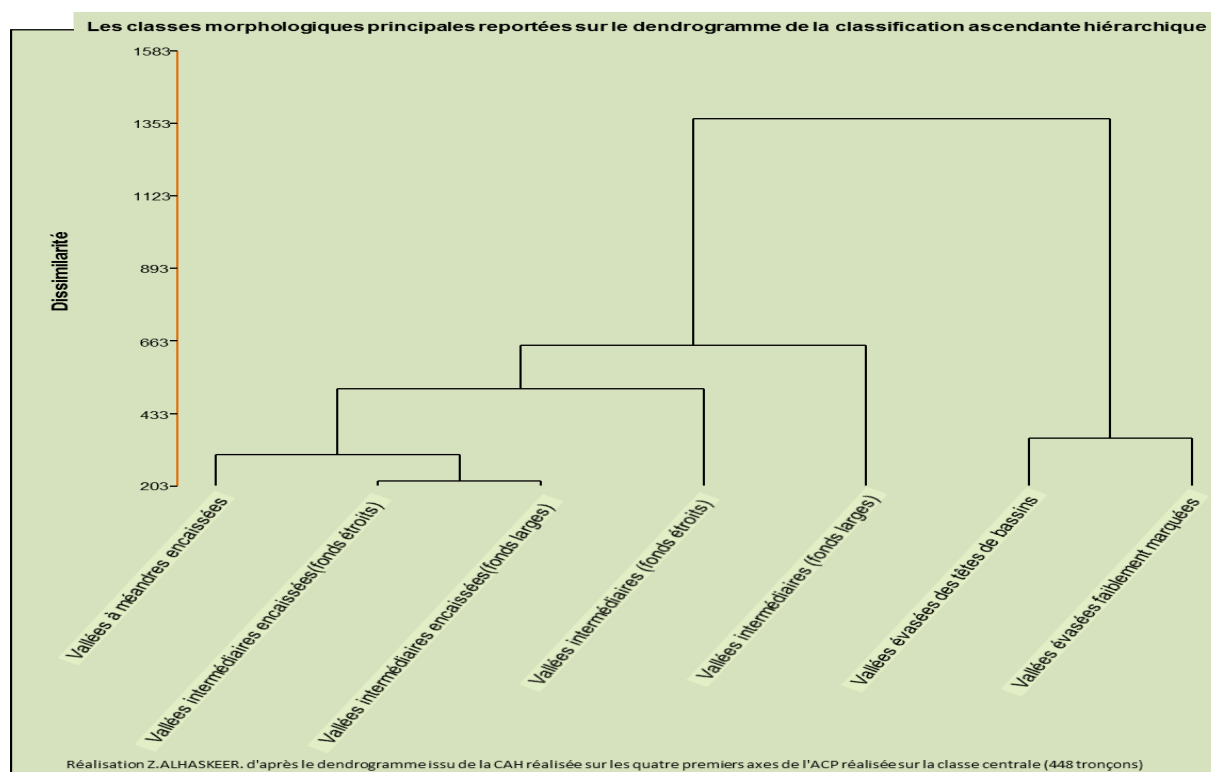


Figure 4.4- Classes morphologiques issues de la CAH.

Types de vallées	Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits)	Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges)	Vallées intermédiaires (fonds étroits)	Vallées intermédiaires (fonds larges)	Vallées à méandres encaissées	Vallées évasées faiblement marquées	Vallées évasées des têtes de bassins
	(B1)	(B2)	(C1)	(C2)	(D)	(E1)	(E2)
Caractéristiques	-Pente forte (2,16° à 4,99°). - Fonds de vallées (9,32 à 44,91 %). -Largeur du FV moins de 400 m. -Pente moyenne de versant (3 à 6,72°). -Pente hydrographique (0,20 à 15,5 m/km).	-Pente forte (1,07° à 4,85°). - Fonds de vallées (45 à 80,82%). - Largeur du FV est plus de 400 m. -Pente moyenne de versant (3 à 6,72°). -Pente hydrographique (0,08 à 2,63 m/km).	-Pente (0,34° à 2,67°). -Fonds de vallées (17,22 à 47,92 %). -Largeur du FV moins de 400 m. -Pente moyenne de versant (0,34 à 2,99°). -Pente hydrographique (0,11 à 7,46 m/km).	-Pente (0,47° à 2,33°). -Fonds de vallées (48,1 à 78,67 %). - Largeur du FV est plus de 400 m. -Pente moyenne de versant (0,34 à 2,99°). -Pente hydrographique (0,07 à 3,17 m/km).	-Pente (1,17° à 3,35°). -Sinuosité (1,52 à 2,6). -Pente hydrographique (3,63 à 7,55 m/km).	-Pentes faibles (0,05° à 1,31°). -Difficilement identifiables (faible forme en creux). -Pente moyenne de versant (0,34 à 2,22°). -Pente hydrographique (0,14 à 5,55 m/km).	-Pentes très faibles (0,26° à 2,42°). - FV large. -Pente moyenne de versant (0,5 à 2,92°). -Pente hydrographique (0,19 à 4,29 m/km).
Nombre (tronçons)	185	26	122	32	14	44	25
%	33,76 %	4,74%	22,26 %	5,84 %	2,55 %	8,03 %	4,56 %

Tableau 4.6- Description des sept types de forme de « vallées intermédiaires » isolés par la CAH.

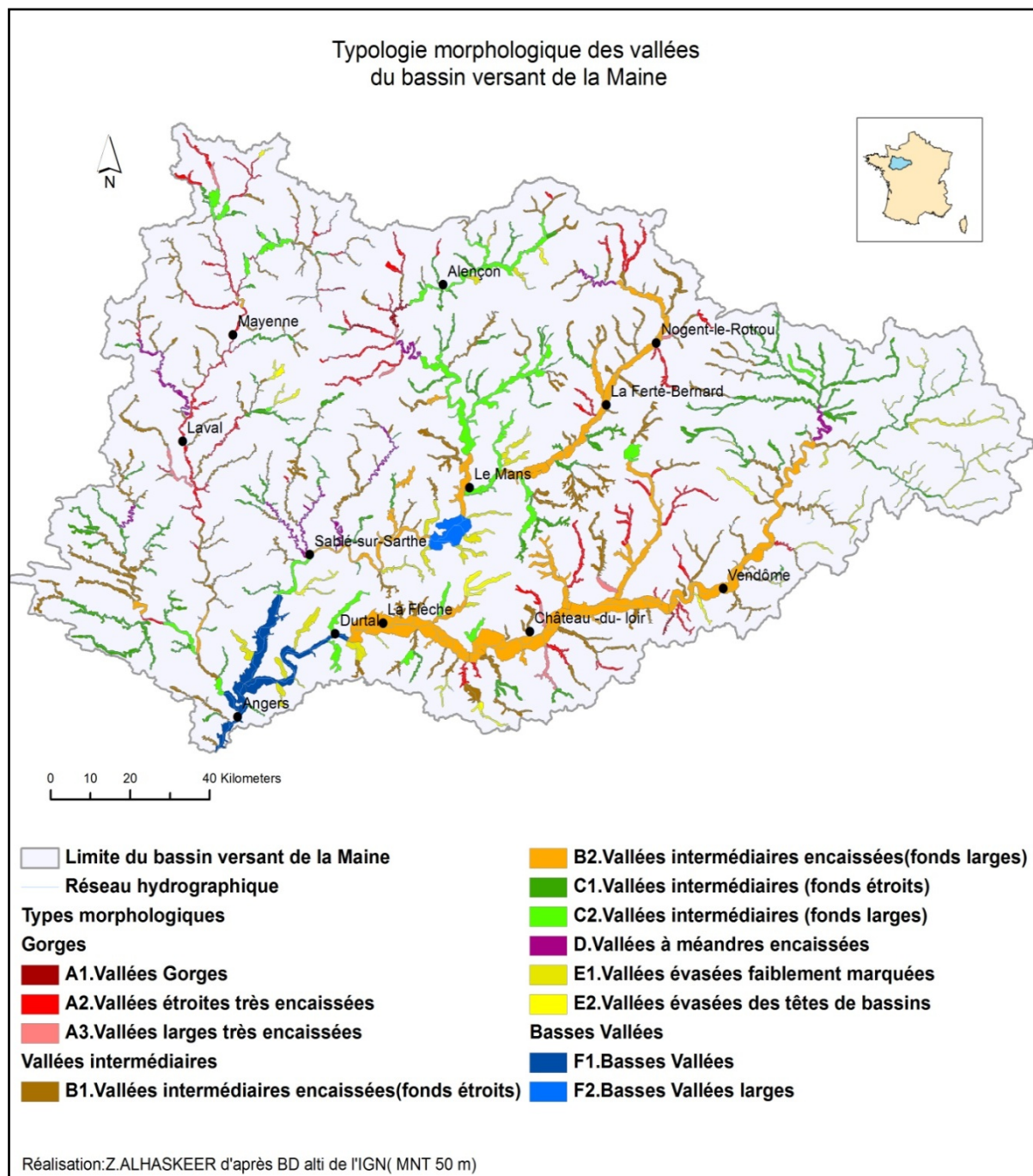
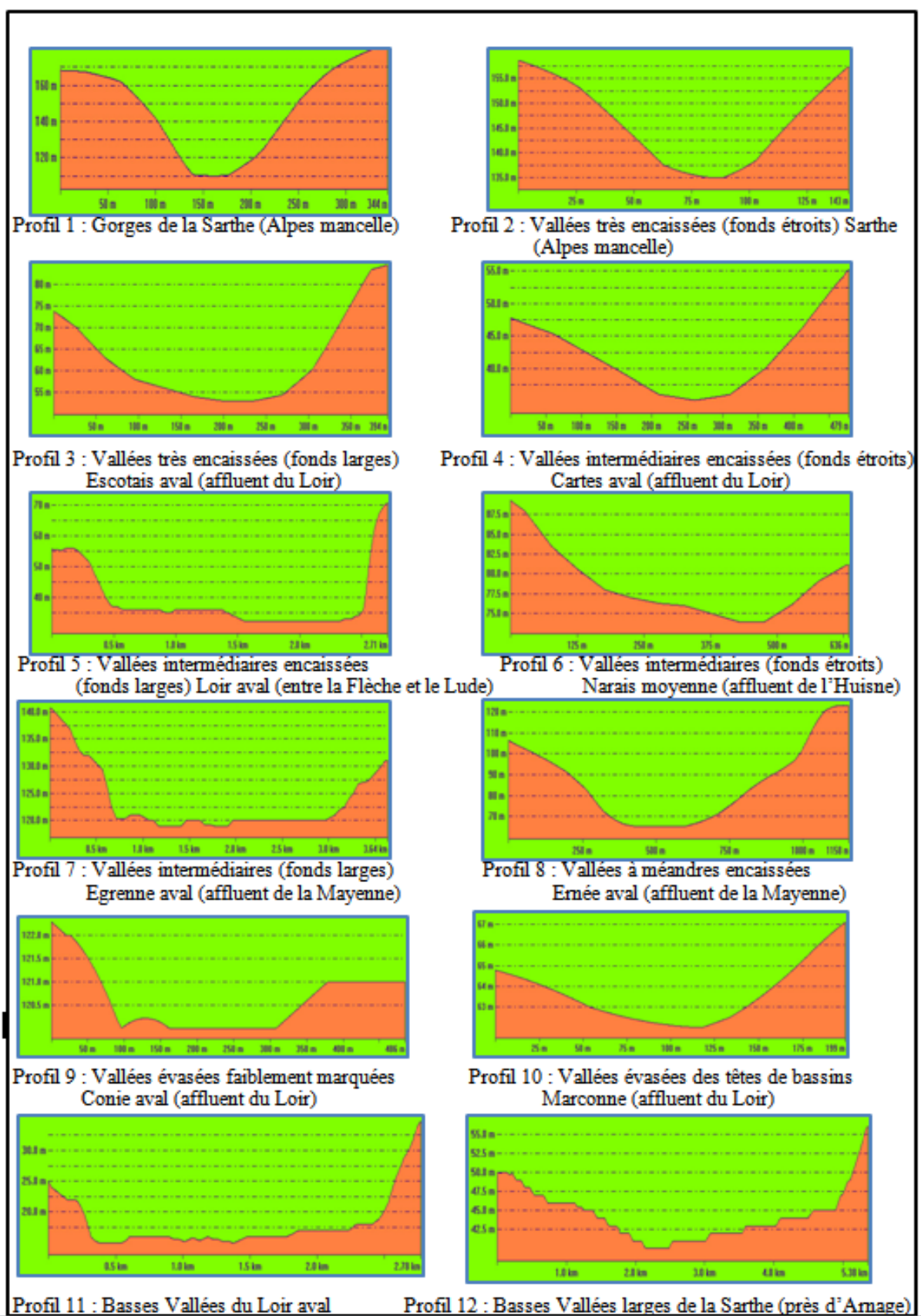


Figure 4.5- Typologie morphologique des vallées du bassin versant de la Maine en douze classes.





Réalisation: Z.ALHASKEER d'après BD alti de l'IGN (MNT 50 m)

Figure 4.6- Exemples de profils en travers de types des vallées du bassin versant de la Maine.

## Conclusion du Chapitre 4

La caractérisation des morphologies de vallées à partir d'un MNT au pas de 50 m permet de mettre en avant la diversité des vallées dans le bassin versant de la Maine. Les résultats montrent que chacun des types morphologiques des vallées, présente des signatures bien typées et des évolutions amont-aval de ces caractéristiques morphologiques.

Les variables choisies et leur regroupement obtenu par le traitement statistique rendent compte des caractéristiques morphologiques des vallées. Ces différentes variables sont dérivées d'informations géographiques précises et leur analyse fait largement appel aux techniques d'analyse spatiale implémentées dans le logiciel ArcGis.

Les résultats montrent que la résolution du MNT est pertinente pour extraire les limites de vallées à l'échelle du bassin versant. Le classement spatial effectué à partir du MNT présente un équilibre entre la répartition des surfaces occupées par le fond de vallée et les versants. Le fond de vallée possède une place importante dans l'analyse des paysages de vallées car il représente une zone en forte interaction avec le cours d'eau. Plusieurs études se focalisent sur les fonds de vallées et leurs cours d'eau, alors que les versants sont marginalisés dans les études hydrologiques, morphologiques et paysagères. Les versants jouent cependant un rôle important car ils véhiculent des flux d'eau, de sédiments et de solutés. Il est donc nécessaire de s'intéresser à ces espaces dans leurs relations avec les fonds de vallées.

Les résultats de la caractérisation des paysages de vallées à partir de l'approche morphologique mettent en évidence la diversité des types de vallées dans le bassin versant de la Maine, en soulignant l'importance de l'étape d'extraction des limites de vallées dans la caractérisation des paysages de vallées. Notre démarche met en avant l'intérêt d'extraire des contours des vallées en fonction des rangs des cours d'eau. Une définition imprécise des limites des vallées (ex. fond de vallée élargi) conduit au calcul incorrect des variables morphométriques et des typologies ce qui fausse la représentation de la réalité du terrain.

## **Chapitre 5 : La caractérisation du paysage des vallées (Approche de couverture du sol)**

## Introduction du Chapitre 5

Le paysage est la résultante de la géomorphologie (relief, hydrographie), de l'occupation et de l'utilisation des sols (forêt, agriculture, urbanisation, infrastructures de transport). Le lien entre sol et paysage est à la fois étroit et le résultat de siècles d'histoire de l'humanité (Vidal, 2003). La couverture du sol constitue un critère indispensable au diagnostic paysager (Brunet, 1992 ; Gorgeu, Jenkins, 1995 ; Hubert-Moy *et al.*, 2000 ; Hubert-Moy, 2003). La télédétection est un outil fondamental pour identifier et cartographier l'occupation du sol. Elle offre une source importante des données, en particulier dans le suivi de l'évolution du paysage. Elle renseigne ainsi que la biodiversité sur les formes d'anthropisation des paysages. L'information sur la couverture et l'occupation du sol est indispensable dans les domaines de l'aménagement du paysage et des politiques de développement pour mieux connaître l'espace d'étude. C'est un pré-requis pour le suivi et la modélisation des changements environnementaux. Les études de télédétection passent généralement par trois étapes essentielles qui consistent en :

- i. L'acquisition des données de télédétection et autres données complémentaires nécessaires,
- ii. Le traitement et l'analyse des données afin d'en tirer les informations utiles;
- iii. La présentation de ces informations dans des formats standards, leur diffusion, ou leur intégration dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG) comme bases de données nouvelles pour une utilisation ultérieure.

### 5.1. Cartographie des types des couvertures du sol

Il s'agit de classer des vallées en fonction des indicateurs des modes de l'occupation du sol. Afin d'extraire de ces indicateurs, il est nécessaire de cartographier les types d'occupation du sol. Dans un premier temps, une classification de la couverture du sol est réalisée par la télédétection à partir d'images satellites LANDSAT (ETM+) à 30 m de résolution spatiale (USGS, 2003). Dans un second temps, l'extraction des descripteurs est réalisée pour caractériser l'organisation des modes d'occupation du sol qui composent les paysages de chacun des 548 tronçons (Germaine et Puissant, 2008a et b) avec pour but de mettre en exergue la diversité interne du paysage de vallée et la singularité de ce paysage par rapport à la zone environnante (observée dans une zone tampon d'une certaine largeur). Les détails de la procédure de la cartographie des types des couvertures du sol sont présentés en annexe N°6.

#### 5.1.1. Critères de cartographie

##### - *Critères de choix des images satellitaires*

Les données des images satellites LANDSAT sont bien adaptées à la cartographie de couverture du sol des grandes espaces (la superficie du bassin versant de la Maine plus de 22 000 km<sup>2</sup>) notamment de la taille de la scène et à la résolution spatiale.

Les images satellitaires de (TM, ETM+ de LANDSAT), offre une plus grande précision et ouvre donc de nouvelles perspectives pour les études des paysages de vallées. D'autre part, le développement des systèmes de traitement d'images et de cartographie numérique permet de mieux exploiter le contenu en information de ces images soit en les rendant plus faciles à interpréter visuellement, soit en permettant des analyses statistiques ou des classifications dites automatiques.

Dans le cadre de ce travail les images TM et ETM+ de LANDSAT fournies gratuitement par des organismes internationaux (USGS) ont été utilisées. Les dates de prises de vue ont été

choisies en fonction des stades végétatifs, des principales cultures, des prairies et des forêts. Un intervalle de temps de l'ordre de 10 à 15 ans a été jugé intéressant pour la mise en évidence des changements d'occupation du sol.

Les vallées du bassin versant de la Maine sont couvertes par les six scènes ETM+ (199/26, 199/27, 200/26, 200/27, 201/26, 201/27). Le tableau 5.1 résume les dates de prise de vue de ces images. Le comportement spectral évoluant de manière spécifique pour chaque culture depuis le semis jusqu'à la récolte, leur différenciation est faite avec plusieurs images (images de mai, juin, juillet). De plus pour identifier les cultures et les prairies temporaires et permanentes, nous avons utilisé des séries multitudes de 32 images. Enfin, il faut rappeler que l'indice de végétation normalisé (NDVI) permet de voir la couverture végétale sur les images de télédétection et de distinguer les types des cultures.

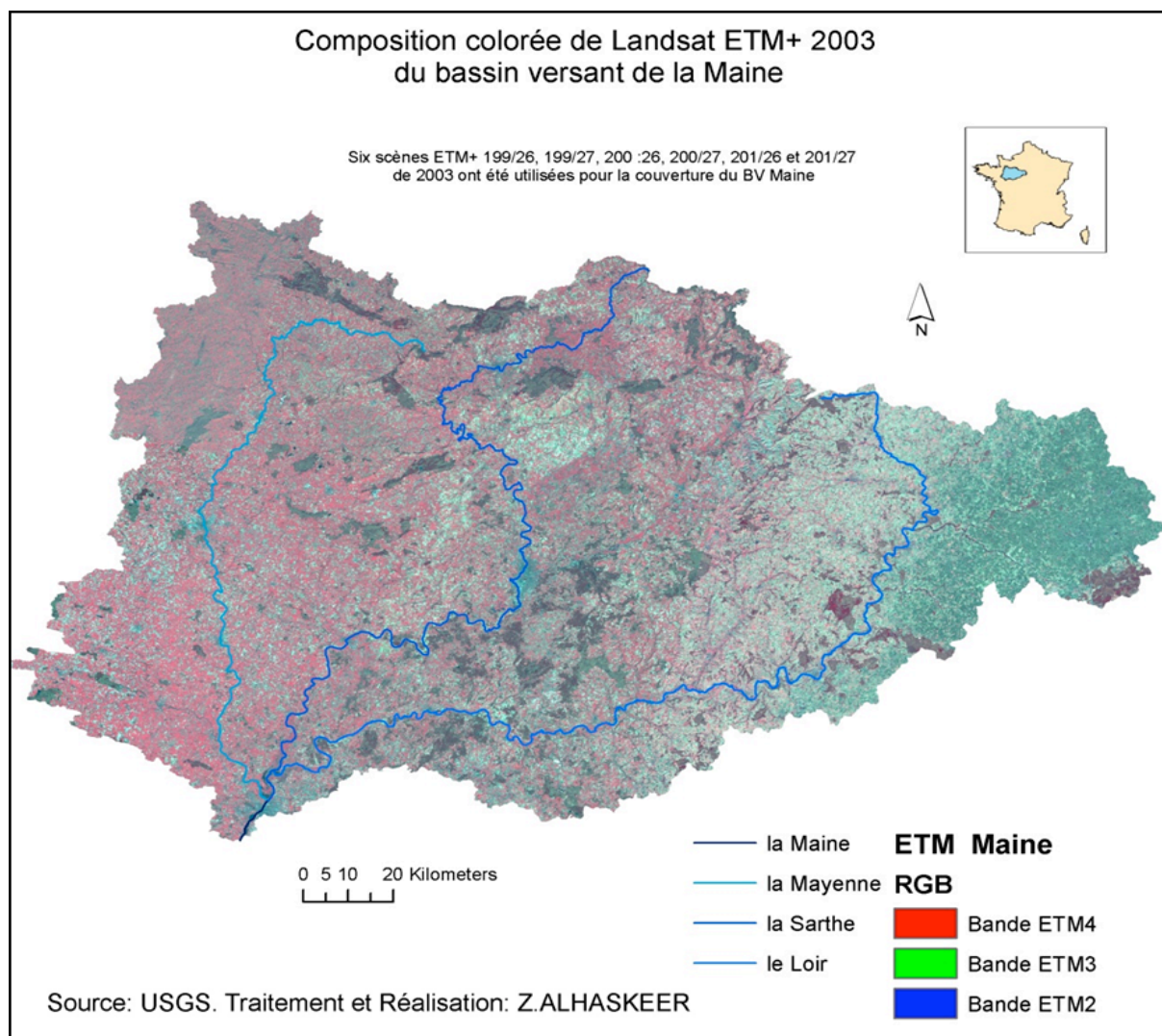
Images	ETM+ 2003					
Format	Format TIFF					
Satellite	LANDSAT 7					
Centre d'image	199/26	199/27	200/26	200/27	201/26	201/27
Dimension totale	8475 x 7600	8488 x 7594	8558 x 7704	8547 x 7693	8711 x 7873	8702 x 7864
Date de prise de vue	29-05-2003	29-05-2003	02-06-2003	20-07-2003	25-06-2003	25-06-2003
Heure de prise de vue	10:29:29	10:29:53	10:35:43	10:36:07	10:42:02	10:42:13
Latitude au centre de la scène (en degré)	49.87	48.44	49.86	48.43	49.87	48.44
Longitude au centre de la scène (en degré)	0.61	0.08	0.97	-1.49	-2.39	-2.89
Dimension traitée	7716 x 7305	7724 x 7295	6428 x 7040	7796 x 7384	5214 x 5483	6899 x 5011
Élévation (en degré)	27.28	28.41	36.09	37.18	25.64	39.98
Angle azimutal (en degré)	153.56	152.72	151.81	150.76	154.04	150.18
Département	28-61	28-41-61-72	28-41-53-61-72	28-37-41-49-53-61-72	53-61-72	49-53-72

*Tableau 5.1- Caractéristiques des images LANDSAT ETM+ utilisées dans la classification supervisée.*

- *Choix des canaux de la composition colorée des images Landsat*

Les canaux des capteurs ETM+ ont été choisis de manière à disposer d'un maximum d'information et d'éviter la redondance. Pour ce faire nous avons utilisé l'indice de l'OIF développé par Chavez (1982) qui a permis la sélection des trois meilleures bandes spectrales ayant une forte variance et une corrélation faible. Nous considérons que les trois bandes spectrales sélectionnées (4, 3 et 2) présentent le maximum d'information concernant l'occupation du sol.

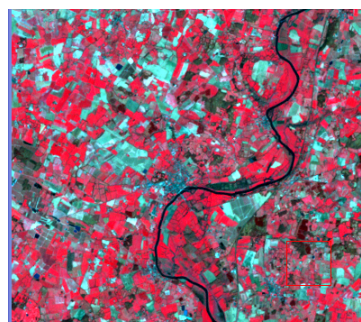
La composition colorée couvrant la totalité de la zone d'étude a été obtenue à partir d'une mosaïque de trois compositions colorées issues de la superposition des canaux (le canal 4 ETM+4 en rouge, le canal 3 ETM+3 en vert et le canal 2 ETM+2 en bleu) des six scènes ETM+ 199/26, 199/27, 200 :26, 200/27, 201/26 et 201/27 de Landsat (Figure 5.1). L'ensemble des images des six scènes a subi un traitement de correction radiométrique et atmosphérique afin de calibrer en valeur physique (radiance, réflectance) représentant au mieux les caractéristiques du milieu. Ces réflectances sont alors comparables à d'autres références.



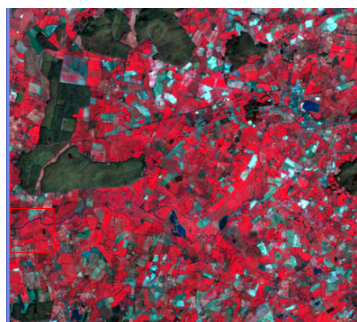
*Figure 5.1- Composition colorée du bassin versant de la Maine.*

En plus, on justifie le choix des canaux en fonction du comportement spectral des principales composantes du paysage eau, végétation, minéral sur les longueurs d'ondes mentionnées (Figure 5.2).

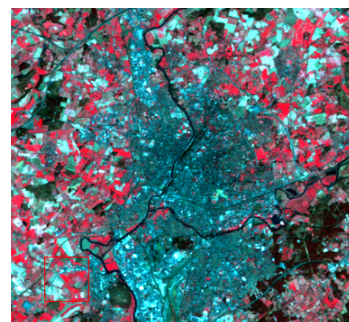
Exemple d'analyse visuelle des compositions colorées en réflectance  
Echantillons du BV Maine  
Le 20 juillet 2003



Sarthe aval



Bocage d'Alençon



Ville du Mans



Canaux	Caractéristiques des grands thèmes d'occupation du sol			
<b>Bleu 2</b>	<b>Eau</b>	<b>Végétaux</b>	<b>Sols nus Bâti</b>	<b>Forêts</b>
<b>Vert 3</b>	noir à bleu: (pour une turbidité faible à forte)	- chlorophylliens : rouge clair selon la nature du couvert	Bleu très clair	Vert clair à foncé selon la nature du couvert forestier (feuillu ou conifère)
<b>Rouge 4</b>		- peu chlorophylliens : rouge pâle - cultures et prairies		
Bonne séparation de l'eau vis-à-vis des autres thèmes, des différences dans l'eau sont distinguées, bonne séparation entre végétaux et sols nus avec des différences à l'intérieur de chacun de ces thèmes. Cependant, des confusions entre certains sols nus et bâtis et confusions entre cultures et prairies.				

Figure 5.2- Exemple d'analyse visuelle des compositions colorées en réflectance.

Afin d'améliorer la qualité de l'image et de distinguer des différents types d'occupation du sol, on a utilisé dans nos chaînes logiques d'étude paysagère des traitements d'image incluant la *transformée de Hotelling* ou l'analyse en composantes principales (adaptation de la transformée de Karhunen – Loève pour des valeurs discrètes) qui est une transformation orthogonale.

#### - Données cartographiques et thématiques

Une statistique agricole annuelle menée en 2003 par la Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (Agreste) renseigne sur l'activité agricole et l'utilisation du territoire dans les 8 départements couvrants le bassin versant de la Maine (unité spatiale : département). L'ensemble des cartes topographiques de l'IGN (Institut géographique national, France) et une série d'orthophotoplans (datant de juillet 2001, à résolution de 50 cm) couvrant environ la moitié orientale de la zone d'étude ont été rassemblées. Ces photographies ont permis de retranscrire précisément les limites d'une centaine de parcelles de connaissance. La BD CARTO® (référentiel de précision décimétrique de l'IGN) a été acquise. Elle contient notamment des éléments généraux d'occupation du sol (bâti, zones industrielles, forêts, plans d'eau, vignes, etc.). Enfin, la carte d'occupation du sol de Corine Land Cover (CLC) en 2000 et 2006 a été acquise (résolution  $\leq 25m$ ). Elle contient des éléments d'occupation du sol. Ces données serviront à identifier des parcelles d'entraînement pour réaliser des classes d'occupation du sol.

#### 5.1.2. Prétraitement des images Landsat 7 ETM+

Nous avons réalisé une carte d'occupation du sol en utilisant six scènes récentes ETM+ 2003 de Landsat qui va nous permettre de dresser un inventaire des types d'occupation du sol. Ces images ont été traitées séparément en utilisant un protocole identique pour renseigner l'ensemble des surfaces de vallées mais aussi une zone tampon de chaque vallée de rang de cours d'eau. Cette démarche consiste à réaliser des classifications supervisées par maximum de vraisemblance (Caloz et Collet, 2001; Robin, 1995) sous le logiciel ENVI ITTVIS version 6.4.

La typologie de l'occupation du sol se compose de six classes thématiques: l'eau, le bâti, les forêts de feuillues, les forêts de conifères, les cultures et les prairies temporaires, et les prairies permanentes. Plusieurs missions de reconnaissance de terrain ont été effectuées pour le repérage et la connaissance d'un certain nombre de parcelles représentatives des différents types d'occupation du sol que l'on rencontre sur la zone d'étude.

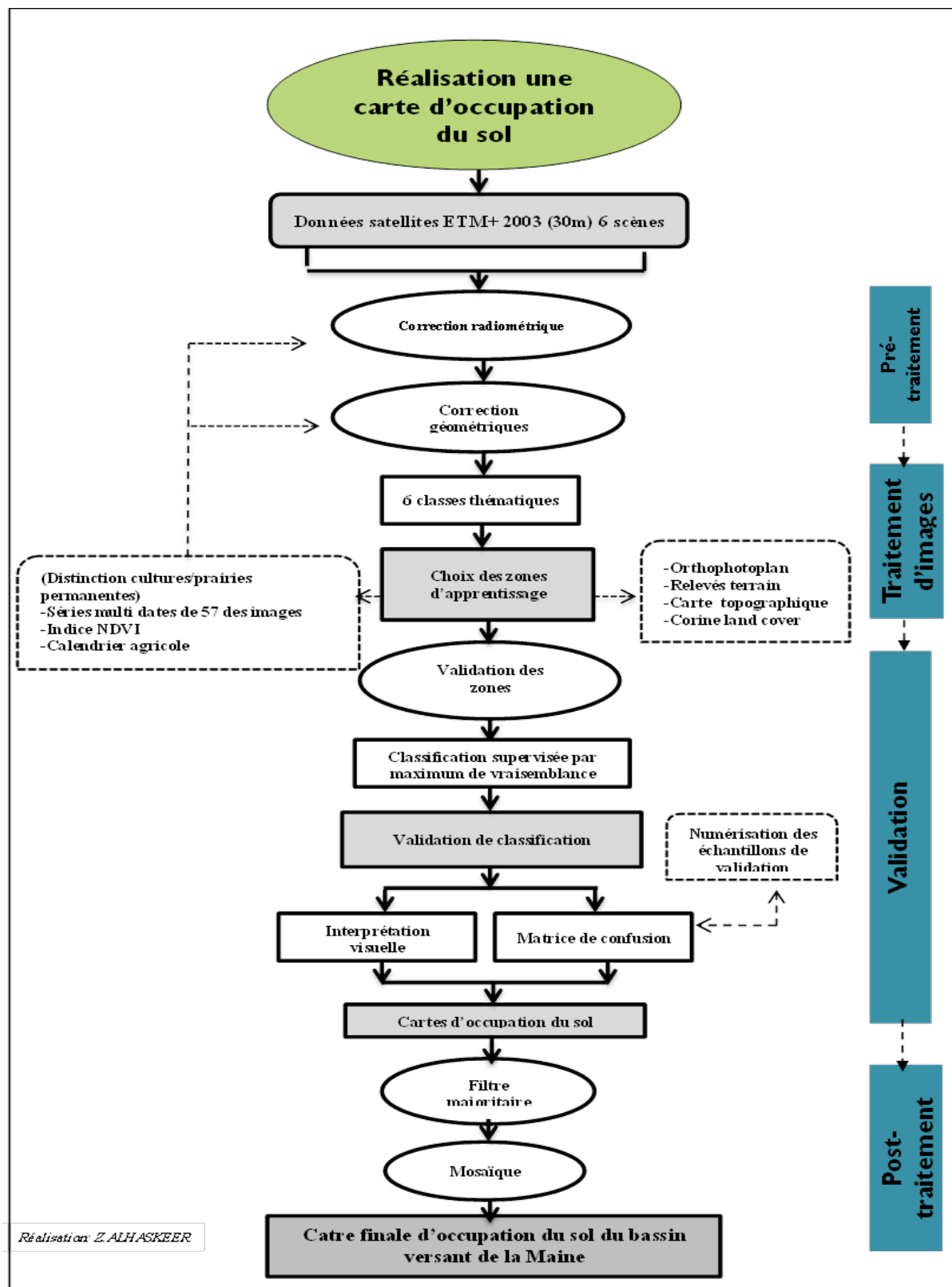


Figure 5.3- Analyse en composante principale des canaux Landsat ETM datant du 20 juillet 2003.

La correction radiométrique a pour but de minimiser les perturbations causées par l'atmosphère, et de déterminer la vraie réponse spectrale, reçue par le satellite, de la cible

visée. Afin de mettre toutes les images dans un même référentiel radiométrique, nous faisons appel à des modèles de correction radiométrique et atmosphérique (Blanc, 1999). Le modèle qui a été retenu pour effectuer les corrections radiométriques est celui proposé par OLSSON (1994). Ce dernier tient compte des variations induites par l'atmosphère et les conditions de prise de vue.

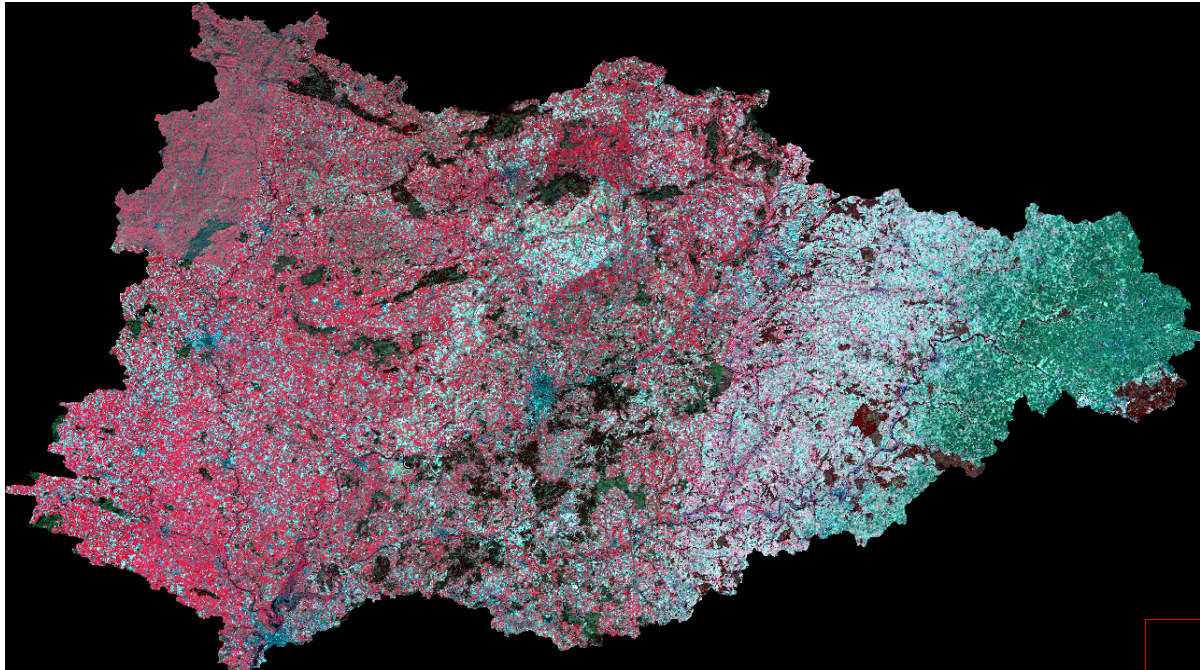


Figure 5.4- Résultat de la correction radiométrique et la mosaïque de 6 scènes.

- *Mission de reconnaissance et relevés de terrain*

Plusieurs missions de reconnaissance de terrain ont été effectuées pour le repérage et la connaissance d'un certain nombre de parcelles représentatives des différents types d'occupation du sol. Avant d'entamer les missions de reconnaissance et de repérage des zones test, nous avons fait un travail de photo-interprétation. La composition colorée ainsi réalisée a été corrigée géométriquement par rapport aux cartes topographiques et imprimée à la même échelle que celles des cartes. La correction géométrique de la trichromie nous a permis une localisation simple et immédiate des zones test dans le système de projection Lambert 93, et à ellipsoïde du IAG GRS80. Cependant, nous avons généré une spatio-carte où on peut facilement identifier les coordonnées (x, y) de n'importe quel échantillon. L'aspect visuel sur cette spatio-carte rend instantanément compte du type d'occupation de sol (végétation naturelle, sol nu, agriculture, bois, etc.). En effet, sur cette carte, plusieurs zones ont été définies à l'intérieur desquelles seront pris les différents échantillons.

Le choix de ces différentes régions est établi selon plusieurs critères tels que la localisation géographique, la texture et la forme géométrique. Une fois l'opération réalisée, ces entités physiques ont été superposées sur un fond de carte topographique scanné pour faciliter leur reconnaissance sur le terrain et définir avec précision les itinéraires que nous devons suivre chaque jour une fois sur le terrain (Figure 5.5). Ces zones ont été facilement identifiées grâce à l'utilisation du GPS portable de précision planimétrique de 20 mètres.

A l'intérieur de chacune de ces parcelles, des relevés de terrain ont été réalisés. Pour chaque relevé, des observations et des mesures ont été effectuées :

- description générale du relevé : localisation, géomorphologie, pente et type de sol;
- recouvrement de la végétation naturelle.

Bien que l'enquête de terrain ait été réalisée, il existe quand même plusieurs difficultés liées à cette mission, dont les principales sont :

- la mission sur le terrain a été effectuée en hiver 2010 (05/02/2010 au 07/02/2010), alors que les images sont prises au début de l'été de l'année 2003;
- les endroits difficiles d'accès, notamment les espaces forestiers;
- la zone d'étude m'était personnellement inconnue à ce qui rendait d'ailleurs particulièrement impératif l'exploration de cette zone.

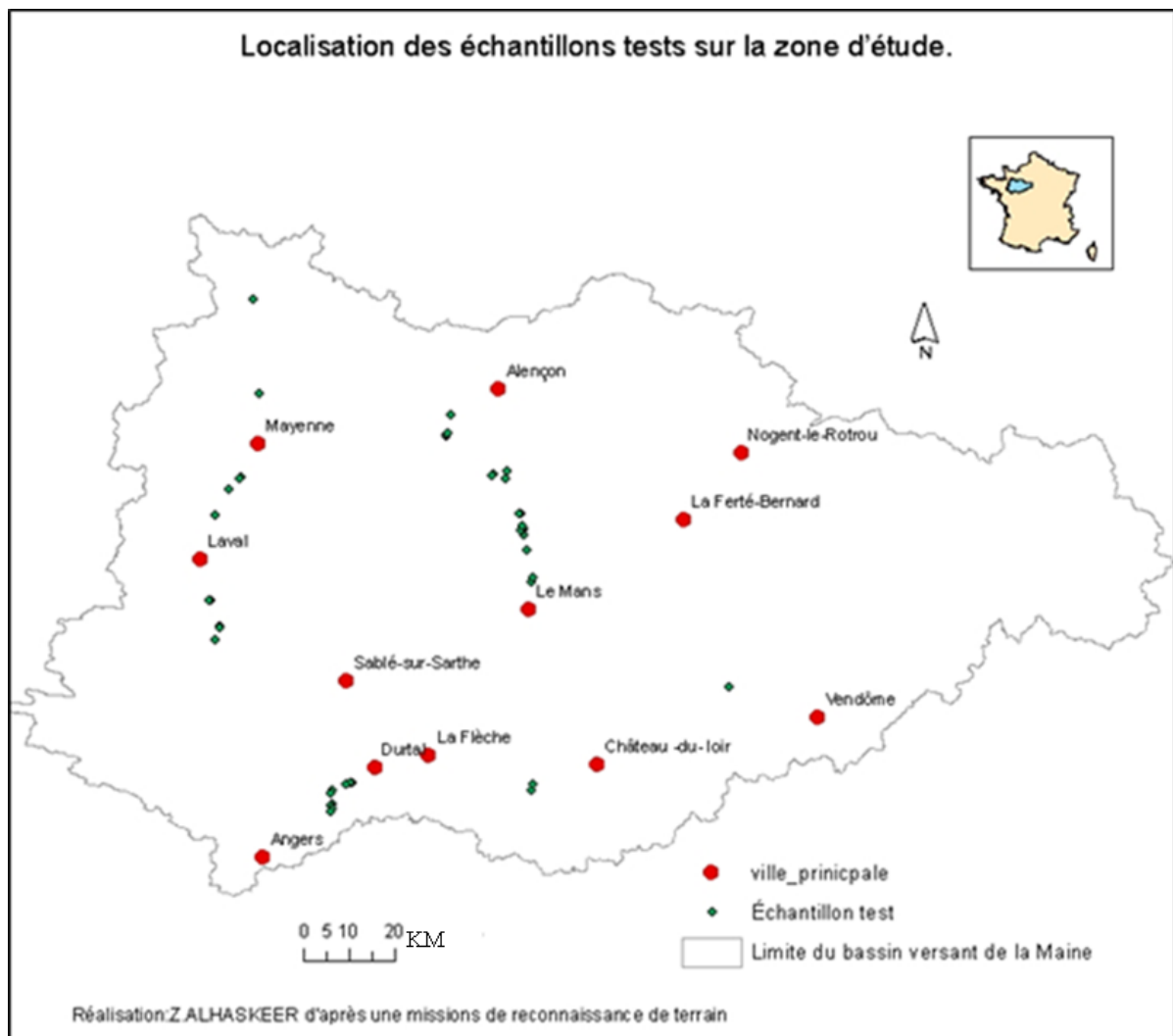


Figure 5.5- Localisation des échantillons tests sur la zone d'étude.

### 5.1.3. Traitement des images Landsat 7 ETM+

- *Classification de la composition colorée*

C'est le mode supervisé qui a été choisi pour réaliser la classification des paysages du bassin versant de la Maine. La méthode du maximum de vraisemblance a été retenue pour la classification de la composition colorée. La figure 5.6 illustre les différentes étapes de la classification supervisée.

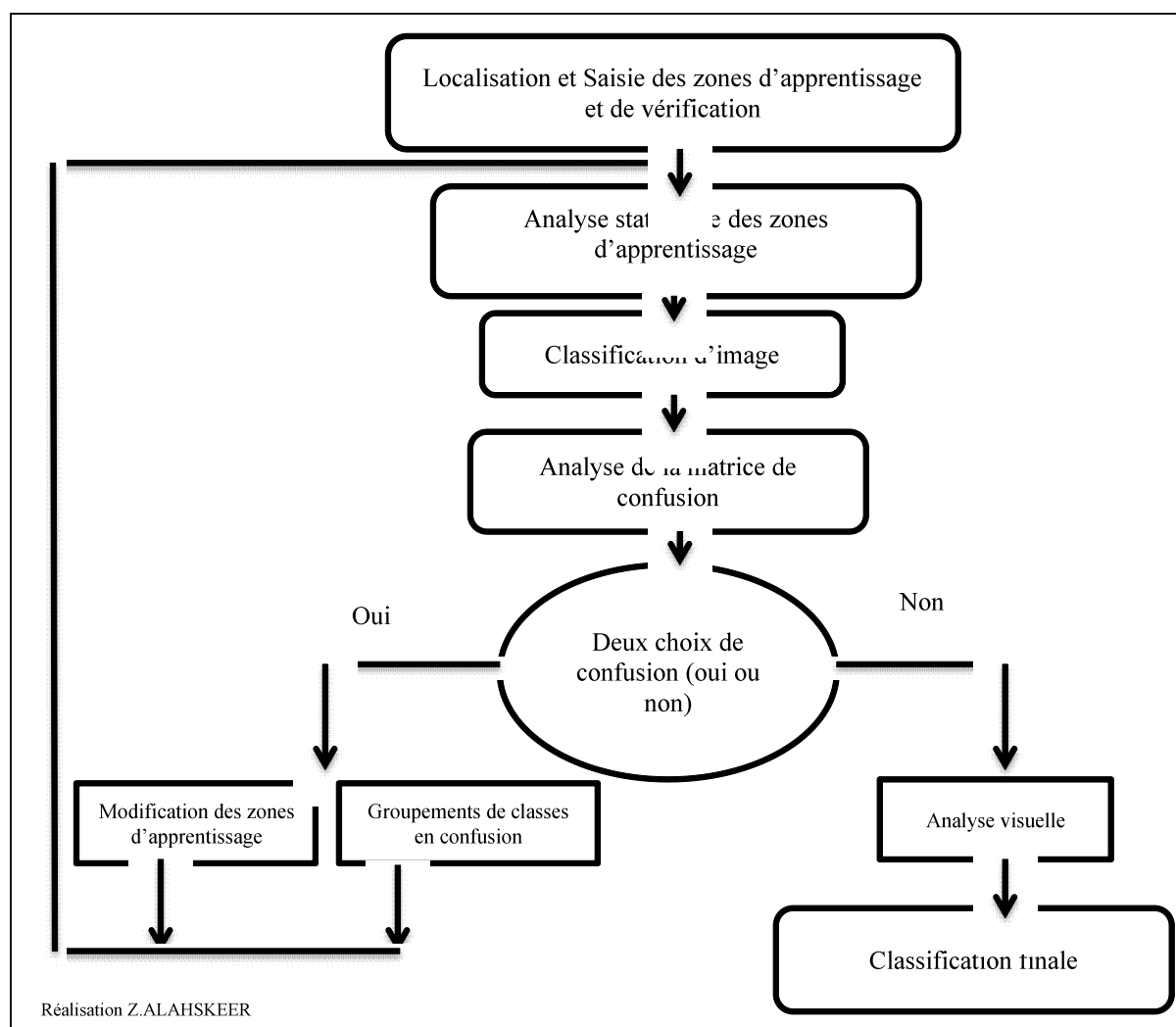


Figure 5.6- Les différentes étapes de la classification supervisée.

#### - Méthodologie de saisie des zones d'entraînement

Elle est inspirée par de nombreux travaux antérieurs en particulier ceux de Ruelland et al (2004) qui se rapportent à un terrain voisin du nôtre.

La méthodologie de saisie des zones d'entraînement (Figure 5.7), dans un premier temps consiste à isoler les éléments stables (eau, bâti et forêts). Ainsi, les zones urbaines, les plans d'eau et les forêts sont extraites en fonction de leurs seules caractéristiques radiométriques par classification dirigée. Dans un deuxième temps, le suivi diachronique d'indices de végétation (NDVI) permet de déterminer deux thèmes principaux pour l'année 2003: prairies temporaires-permanentes et cultures.

L'extraction des plans d'eau, des zones urbaines et des forêts (feuillus et conifères) a reposé sur l'analyse des caractéristiques spectrales monodates de polygones-test. Elle a été effectuée avec l'image d'août 2003 avec des parcelles d'entraînements numérisées sur l'image (22 km<sup>2</sup> d'eau, 178 km<sup>2</sup> de bâti, 493 km<sup>2</sup> de feuillus et 173 km<sup>2</sup> de conifères). Une classification selon le maximum de vraisemblance a été opérée et sauvegardée.

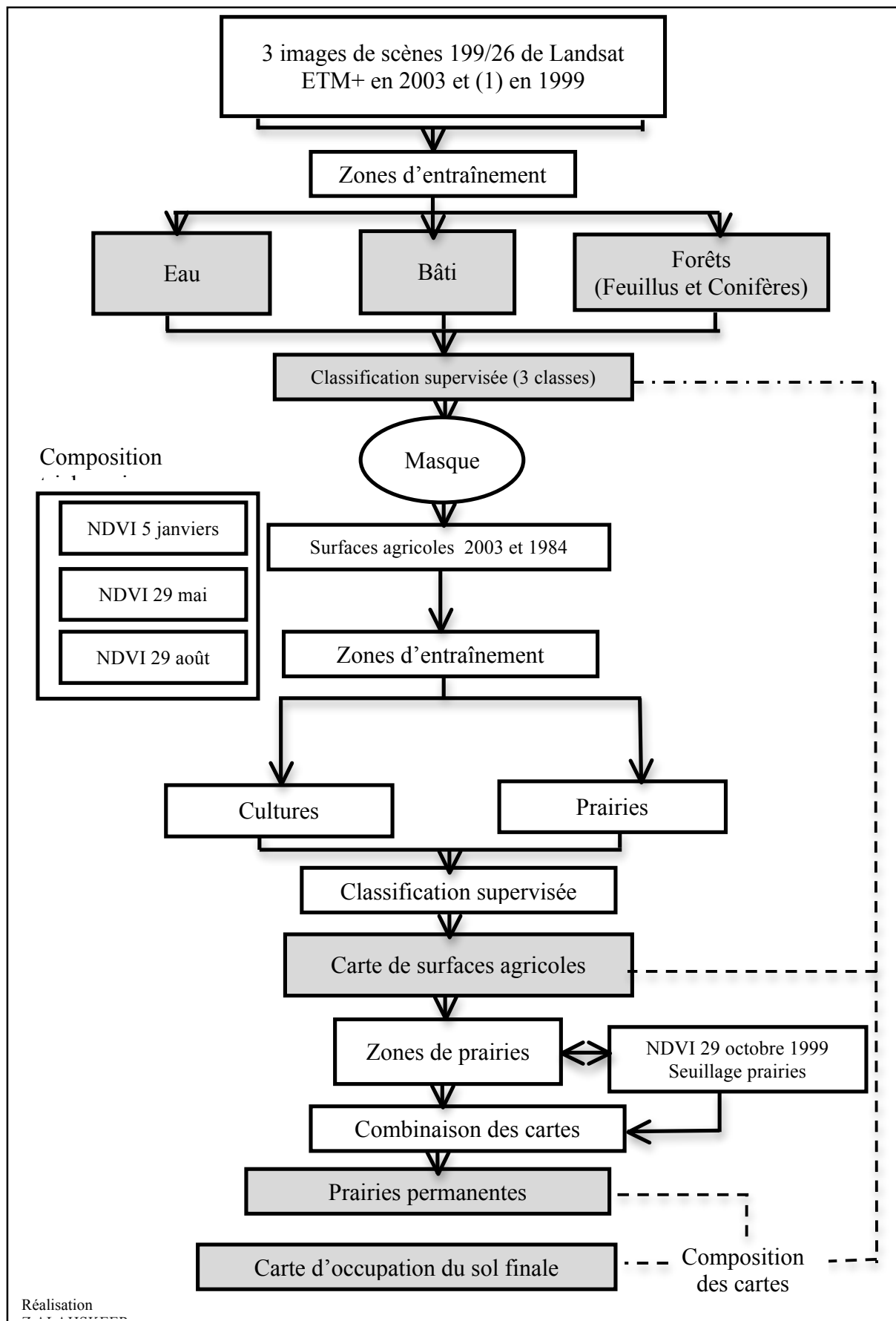


Figure 5.7- Chaîne de traitements pour l'élaboration des zones d'entraînement.



- Analyse de séparabilité des classes

Avant d'entamer la procédure de la classification nous avons fait une analyse statistique de séparabilité des différentes parcelles d'entraînement pour l'ensemble des canaux ETM+ de chaque scène (Richards et Jia, 1999) (Tableau 5.2).

Le regroupement des parcelles est basé sur l'analyse de la séparabilité effective en utilisant le fichier statistique de ces échantillons ainsi que sur les mesures de transformées de séparabilité de divergence. C'est ainsi que même si des échantillons ne représentent pas physiquement la même occupation du sol, ils seront confondus au vu de leurs réponses radiométriques similaires.

	plan d'eau	Zones urbanisées	Forêts de feuillus	Forêts de conifères	Cultures et prairies temporaires	Prairies permanentes
plan d'eau						
Zones urbanisées	1.96					
Forêts feuillus	1.99	1.89				
Forêts conifères	1.99	1.95	1.88			
Cultures et prairies temporaires	1.94	<u>1.73</u>	1.87	1.86		
Prairies permanentes	1.94	1.84	<u>1.79</u>	1.95	<u>1.62</u>	

Tableau 5.2- Exemple de valeurs de transformée de séparabilité de divergence ici pour la scène 199/26 de 29 juillet 2003, (Source : Richards et Jia, 1999).

#### 5.1.4. Validation de la classification

La qualité de la classification supervisée par maximum de vraisemblance est évaluée par des échantillons de validation obtenus par photo-interprétation, de polygone test de vérité de terrain et de relevés de terrain. Les tableaux 5.3 et 5.4 illustrent les résultats obtenus :

- Les parcelles test homogènes sont particulièrement bien classées, c'est le cas des classes : plan d'eau, zones urbanisées, forêts feuillus et conifères, cultures/prairies temporaires dont le pourcentage de précision statistique indice de HELLDEN<sup>3</sup> est supérieur à 90%. Ces catégories d'occupation du sol sont bien appréhendées et bien restituées, leur précision cartographique est fidèle avec moins de 8% d'imprécision.
- Le pourcentage de précision statistique de classe prairies permanentes ne dépasse pas les 80%. Cela est dû à une certaine confusion entre cette classe à l'autre classe. En effet, sur les 674 pixels affectés à la classe prairies permanentes 222 se sont trouvés regroupés avec le thème cultures/prairies temporaires (33 %). A cet effet, il n'a pas été possible d'obtenir une précision cartographique de plus de 67 % pour la classe prairies permanentes.

<sup>3</sup> L'indice de HELLDEN de (KEERSMAECKER, 1987) in : (GODARD V. et al., 1990) est donné par la formule suivante :  $H = (2X_{ii}) / (X_{i.} + X_{.i})$  où  $X_{i.}$  est la somme par colonne des points du thème considéré de la matrice de confusion;  $X_{.i}$  la somme par ligne et  $X_{ii}$  est la valeur de la diagonale sur la matrice de confusion.

- L'analyse détaillée des matrices de confusion montre une bonne discrimination de la classe forêts sur l'ensemble des scènes traitées avec très peu de confusion avec les autres classes thématiques.

De cette analyse nous arrivons à avoir une performance moyenne de la classification de l'ordre de 93.30 % avec un indice de Kappa également toujours supérieur à 88 (Tableau 5.4).

Référence	Classification						Total
	Eau	Zones urbanisées	Forêts feuillus	Forêts conifères	Cultures/prairies temporaires	Prairies permanentes	
Eau	282	0	1	5	0	0	315
Zones urbanisées	0	241	0	0	11	0	252
Forêts feuillus	1	2	1450	28	251	0	1732
Forêts conifères	0	0	5	471	0	0	476
Cultures/prairies temporaires	3	1	0	12	4869	1	4886
Prairies permanentes	0	0	0	0	222	452	674
Total	286	244	1456	516	5353	453	8335

Tableau 5.3- Exemple de matrice de confusion sur parcelles de contrôle avec la classification de scène 199/26 de Landsat ETM+ pour la période de juillet 2003.

Classes	Indice de Hellden (%)	Précision thématique (%)	Précision cartographique (%)	Indice Kappa	Précision générale de la classification (%)
Cours d'eau	93.84	98.60	89.52	0.8875	93.30
Zones urbanisées	97.17	98.77	95.63		
Forêts feuillus	91.22	99.59	83.72		
Forêts conifères	94.95	91.28	98.95		
Cultures/prairies temporaires	95.10	90.96	99.65		
Prairies permanentes	80.21	99.78	67.06		

Tableau 5.4- Exemple d'indices précisions de la classification de scène 199/26 de Landsat ETM+ pour la période de juillet 2003.

### 5.1.5. Carte d'occupation finale

L'étape finale des traitements mis en œuvre a consisté à additionner les différents plans thématiques obtenus lors des étapes précédentes : plans d'eau, zones urbaines, forêts feuillus, forêts conifères, culturales/prairies temporaires et prairies permanentes. On obtient ainsi un plan thématique représentant l'occupation du sol 2003. Nous avons effectué la même démarche du traitement de 5 scènes restantes d'images Landsat ETM+ 2003 pour recouvrir l'entendue du bassin versant de la Maine.

Pour finir, les post traitements ont consisté à « mosaïquer » les classifications de 6 scènes classées.

Cette mosaïque est améliorée en phase de post-classification par un filtre  $3 \times 3$  de convolution majoritaire afin d'éliminer les pixels isolés.

Au finale, les cartographies d'occupation du sol obtenues fournissent une lecture assez fiable des paysages du BV Maine (Figure 5.8). Les classifications d'occupation du sol sont exploitables de l'échelle du bassin versant à l'échelle de la vallée qui permet d'effectuer une analyse des différences entre fond de vallée et versants ou entre tronçons de vallées.

## 5.2. Interprétation des résultats

A l'aide des données de télédétection nous avons mis en évidence les grandes recompositions spatiales des différents types d'occupation du sol ainsi que leur surface pour l'ensemble du bassin versant de la Maine. Ainsi a-t-on confirmation des descriptions du bassin versant effectuées dans la première partie. Les résultats sont mentionnés dans le tableau 5.5 :

Le bassin versant de la Maine a une superficie de 22 326 km<sup>2</sup>, c'est un bassin rural et peu artificialisé (2,55 % du bassin). Les zones urbanisées dans le bassin Loir, Sarthe Mayenne et Maine aval occupent respectivement (1.81, 2.45, 2.84 et 20.93 %) de surface de chaque bassin. Les grandes zones artificialisées sont groupées autour de cours d'eau comme Angers, Le Mans, Alençon et Laval.

- les cultures et les prairies temporaires représentent 52,23 % du bassin. Cette classe est constituée souvent de plus petites parcelles dans le bassin de la Mayenne et de la Sarthe que dans le bassin du Loir (surtout dans l'est du bassin). Le bassin du Loir est constitué des espaces agricoles largement majoritaires. Les cultures et les prairies temporaires dans le bassin du Loir, de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval occupent respectivement (63.06, 44.77, 43.38 et 37.26 %) de surface de chaque bassin.
- les prairies permanentes occupent 25,62 % du bassin. Il s'agit d'espaces constitués des milieux à dominante prairies qui sont le plus souvent des prairies artificielles ou naturelles. Dans cette classe, on trouve les systèmes agro-pastoraux où la présence de haies, de lignes d'arbres. Le bassin de la Mayenne est très occupé par les prairies permanentes où la prairie naturelle fauchée ou pâturée occupe une surface très importante. Cette classe est généralement fortement imbriquée avec des éléments bocagers. Les prairies permanentes dans le bassin du Loir, de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval représentent respectivement (13.73, 29.09, 36.99 et 26.42 %) de surface de chaque bassin.
- les milieux forestiers sont présents sur 18,34 % du bassin (15,52 % forêts de feuillus, 2,81 % forêts de conifères). Les forêts dans le bassin du Loir, de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval représentent respectivement (16,51, 22,41, 14,62 et 10,38 %) de surface de chaque bassin.
- enfin, les milieux aquatiques et humides regroupent les cours d'eau et les plans d'eau. Cette classe représente 1.26 % du bassin. Les milieux aquatiques dans le bassin du Loir, de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval représentent respectivement (4.89, 1.28, 2.16 et 5.00 %) de surface de chaque bassin.

Unité d'occupation du sol	Superficie en (ha)	Superficie en (%)
Eau	31 106,79	1,39
Zones urbanisées	56 877,39	2,54
Forêts de Feuillus	346 611,51	15,50
Forêts de Conifères	62 848,71	2,81
Cultures et Prairies temporaires	1 166 145,3	52,16
Prairies permanentes	571 983,84	25,59
Total	2 235 573,54	100,00

Tableau 5.5- Les superficies d'occupation du sol à l'intérieur du bassin versant de la Maine issues du traitement de Landsat ETM + 2003.

Les cartes et les statistiques d'occupation du sol des sous bassin versant de la Maine sont présentées en annexe N°7.

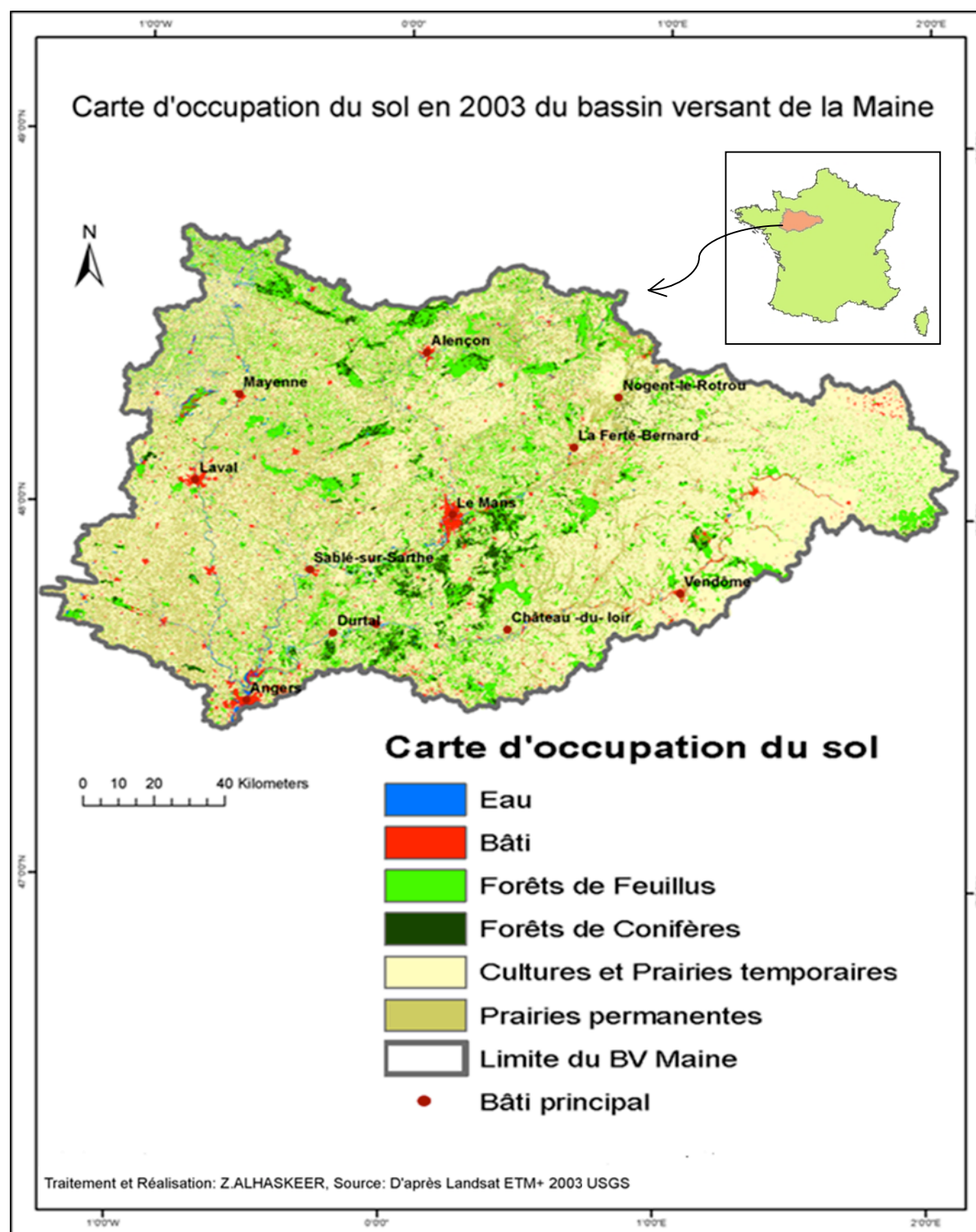


Figure 5.8- Carte d'occupation du sol de 2003 du bassin versant de la Maine en fonction de la méthode de la classification du maximum de vraisemblance.

- Validation de la classification à partir de l'exemple de l'occupation du sol dans le département de la Sarthe (72)

Le département de la Sarthe (6 247 km<sup>2</sup>) découpe en 375 communes, les données de statistique agricole annuelle de 2003 sont disponibles.

Nous avons extrait une carte d'occupation du sol en 2003 (Figure 5.9) à partir de carte d'occupation du sol du bassin versant de la Maine pour effectuer une comparaison entre la carte d'occupation du sol du département de la Sarthe et les données de statistique agricole annuelle de 2003 (Tableau 5.6).

La surface agricole utilisée (SAU) représente 72,24 % du département de la Sarthe (SAA, 2003). Sur le territoire strict du département, la classification donne environ 73,86 % de SAU. Les deux valeurs étant tout à fait comparables, il apparaît que la SAU est bien estimée par la classification. On constate que les valeurs de statistique agricole annuelle sont très proches des valeurs de la classification. Cependant, on note une différence entre les cultures et les prairies. Cette différence peut s'expliquer en partie par la difficulté de la distinction entre les cultures/prairies temporaires et les prairies temporaires. Les résolutions des images (multidates) utilisées dans la classification jouent un rôle important dans les résultats de la classification.

Unité d'occupation du sol	Les données de statistique agricole annuelle (SAA) du département en 2003 (%)	La classification à l'échelle du département en 2003
Plan d'eau	2,86	1,28
Zones urbanisées	2,98 (calculé du tableau)	2,45
Forêts (feuillus- conifères)	21,92	22,41
Cultures et prairies temporaires	47,21	44,77
Prairies permanentes	25,03	29,09

Tableau 5.6- Évaluation de la classification 2003 avec les données de statistique agricole annuelle (SAA, 2003) du bassin versant de la Sarthe.

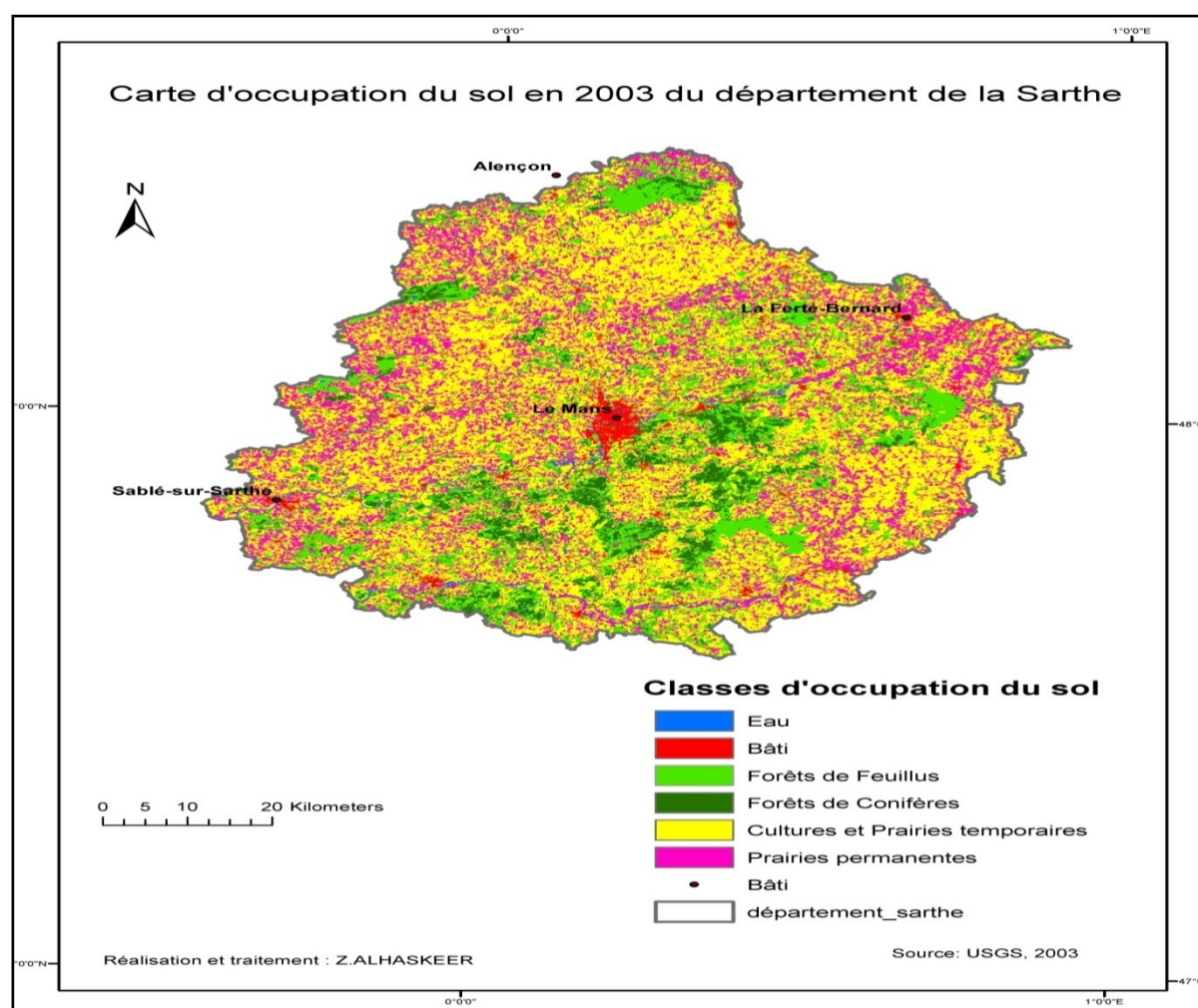


Figure 5.9 - Carte d'occupation du sol en 2003 du département de la Sarthe.

### 5.3. Extraction de carte d'occupation du sol de vallées

Une carte d'occupation du sol (Figure 5.10) des vallées (fond de vallée et versants) du bassin versant de la Maine a été extraite de la carte de la classification du bassin de la Maine en 2003 (échelle du bassin versant) (Tableau 5.7). Cette carte sera utilisée pour l'extraction d'indices paysagers qui permettront de prendre connaissance de la diversité et de la singularité des paysages de vallées du bassin versant de la Maine. Le tableau 5.8 montre la répartition de types d'occupation du sol en fonction de vallées des bassins. Les vallées du Loir sont dominées par des cultures en particulier les grandes cultures (openfield) dans l'est du bassin. Dans les vallées de la Sarthe et de la Mayenne, la part des cultures/prairies temporaires et des prairies permanentes est presque égale. Les vallées de la Maine aval au sens strict sont occupées par les milieux urbains.

Unité d'occupation du sol	Superficie en (ha)	Superficie en (%)
Eau	13 687,38	4,15
Zones urbanisées	16 240,68	4,93
Forêts de Feuillus	52 919,64	16,06
Forêts de Conifères	7 582,41	2,30
Cultures et Prairies temporaires	137 753,46	41,80
Prairies permanentes	101 393,91	30,76
Total	329 577,48	100,00

Tableau 5.7- Évaluation de la classification 2003 avec les données de statistique agricole annuelle (SAA, 2003) du bassin versant de la Sarthe.

	Classification					
Bassin	plan d'eau	Zones urbanisées	Forêts de feuillus	Forêts de conifères	Cultures et prairies temporaires	Prairies permanentes
Loir	2,10	4,58	16,89	2,31	48,68	25,43
Sarthe	4,32	4,72	17,50	2,96	36,78	33,71
Mayenne	7,25	4,36	11,89	1,12	37,46	37,91
Maine aval	18,71	25,66	7,89	0,13	27,10	20,51

Tableau 5.8- Les superficies (en %) des classes d'occupation du sol à l'intérieur des vallées du chaque bassin versant de la Maine.



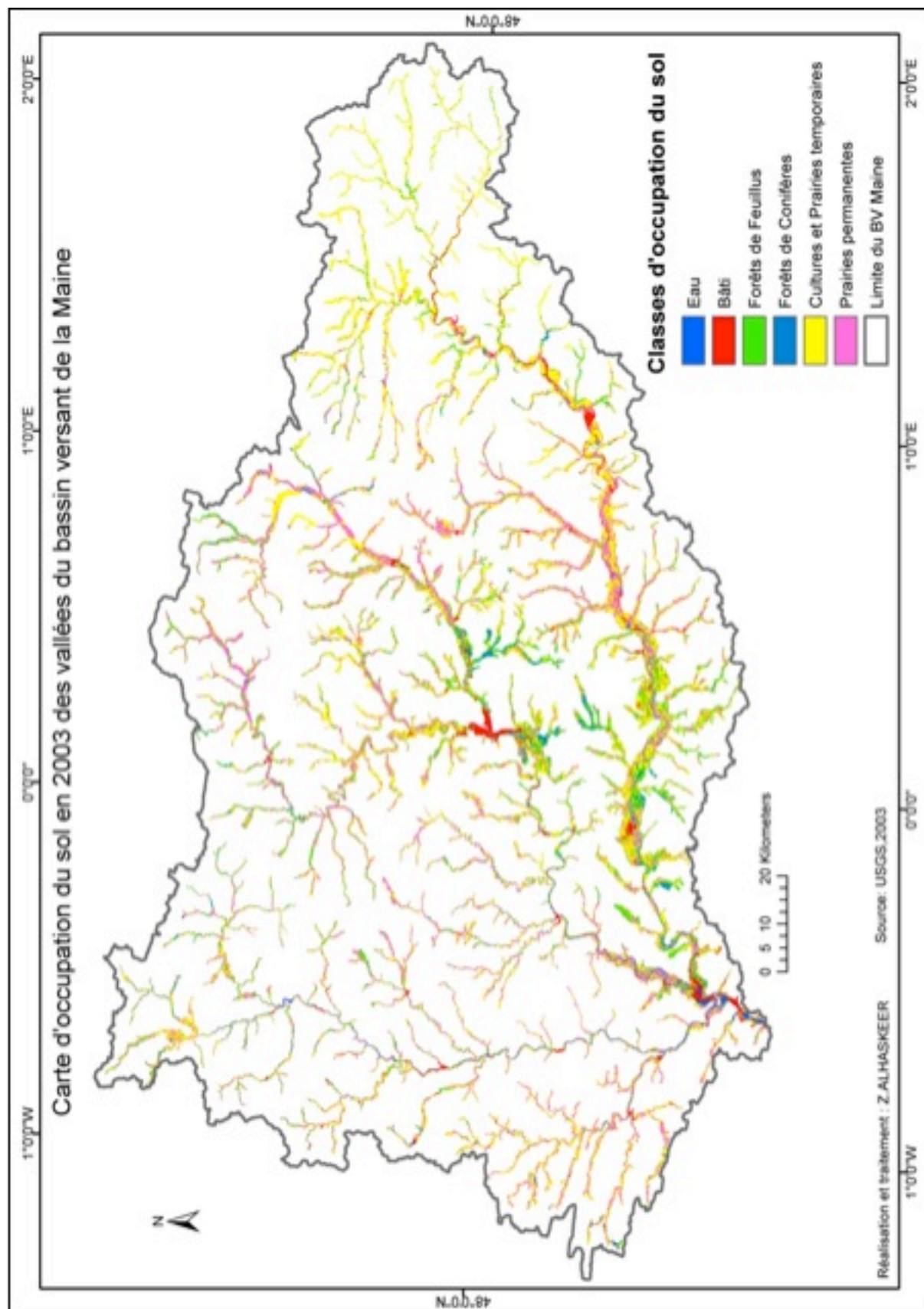


Figure 5.10- Carte d'occupation du sol en 2003 des vallées du bassin versant de la Maine.

#### 5.4. Extraction d'indicateurs paysagers

La télédétection permet d'évaluer la structure des paysages. Plusieurs indicateurs peuvent être extraits et composés à partir de l'occupation des sols. Ils montrent l'homogénéité ou la diversité des espaces géographiques. Ils serviront non seulement à décrire le paysage mais également à construire une typologie des tronçons de vallées selon les caractéristiques de leur occupation du sol. Plusieurs indicateurs et indices sont ainsi calculés. Ils sont en lien avec la résolution des images Landsat (30 m) qui ont été utilisées. Les indicateurs retenus dans notre étude permettent :

- de mesurer la diversité interne du paysage de vallée et l'organisation paysagère complexe à l'échelle du tronçon (fond de vallées FV et versants V) ;
- de déterminer la singularité du paysage à l'échelle du tronçon (T) par rapport à la zone environnante (zone tampon ZT) par exemple espace de grandes cultures, bocage,....etc.

Le calcul des indicateurs est effectué à partir des données issues du traitement d'images classifiées en fonction de la répartition et la distribution des cinq grandes catégories d'occupation du sol (eau, bâti, bois, cultures/prairies temporaires et prairies permanentes). La figure 5.11 montre les listes des indicateurs utilisées pour déterminer la diversité et la singularité du paysage de vallée.

##### 5.4.1. Indice de diversité interne du paysage de vallée

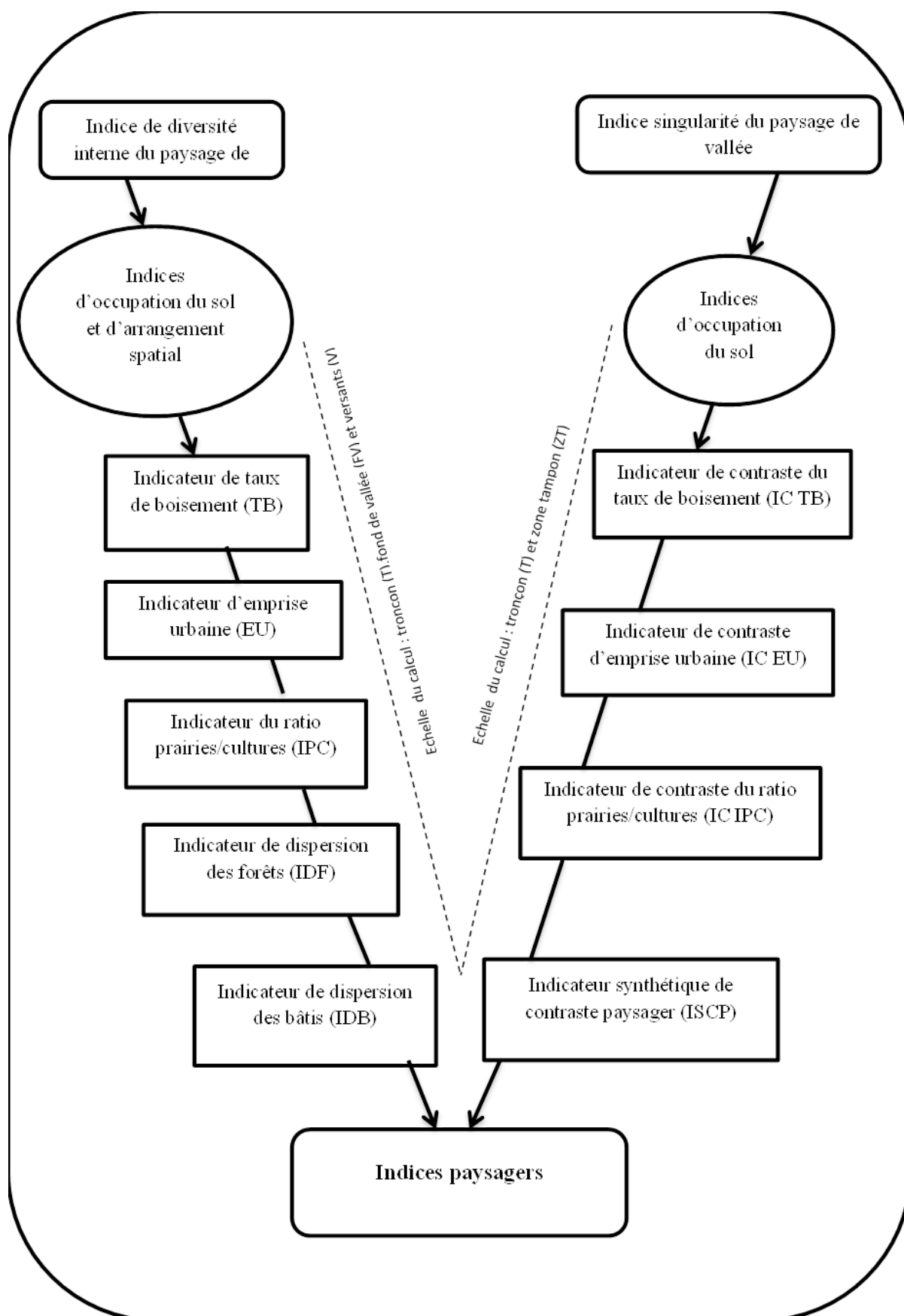
Trois indicateurs ont été établis :

- L'indicateur du taux de boisement (TB) permet de mettre en évidence l'entendue et la disposition des bois;
- L'indicateur de l'emprise urbaine (EU) permet de mesurer le degré de densité du bâti, d'identifier le caractère de vallées (rural, urbaine);
- Enfin, l'indicateur du ratio prairies/cultures (IPC) permet de mettre en avant la part des prairies dans l'espace agricole. Cela illustre la place des prairies par rapport les zones cultivées dans chaque tronçon.

Ils ont été calculés à partir des données de la classification d'images satellites, à l'échelle du fond de vallée, des versants et du tronçon (Cartes en annexe N° 8). Nous avons utilisé le logiciel ArcGis version 9.3 ESRI pour effectuer ces calculs.

Afin de caractériser la complexité de l'arrangement spatial des certains types d'occupation du sol, un indicateur de dispersion est calculé sur les espaces boisées (IDF) et bâtis (IDB). L'indicateur de dispersion renseigne sur l'étalement des taches qui composent les classes « Bâti » et « forêt » et sur le caractère bocager du paysage (Burel et Baudry, 1999).

Le résultat du calcul permet de comprendre l'organisation et la distribution des taches dans le paysage visible (Riitters *et al.*, 1995 ; Cain *et al.*, 1997). La dispersion des forêts et du bâti permet d'identifier le type de l'organisation du paysage et lorsque les forêts et les bâtis sont bien dispersées, les espaces en prairies ont le caractère bocager. Ces indicateurs sont calculés avec le logiciel Fragstats© utilisé en écologie du paysage (McGarigal *et al.*, 1995). Ce logiciel permet du calcul des nombreux indicateurs complexes associés à des problématiques écologiques.



Réalisation : Z.ALHASKEER

Figure 5.11- Listes des indicateurs paysages retenus.

L'ensemble des indicateurs calculés pour chaque tronçon à l'échelle des fonds de vallée, des versants et des tronçons en entier, présente une distribution non identique. Une discréditation en cinq classes selon la méthode des seuils naturels permet d'identifier les bornes correspondent aux discontinuités identifiées sur chaque série. Une valeur entre 1 et 5 est ensuite attribuée à chaque classe (Figure 5.12). Elle est utilisées pour décrire le paysage (très dispersé, dispersé, moyen, groupé, très groupé).

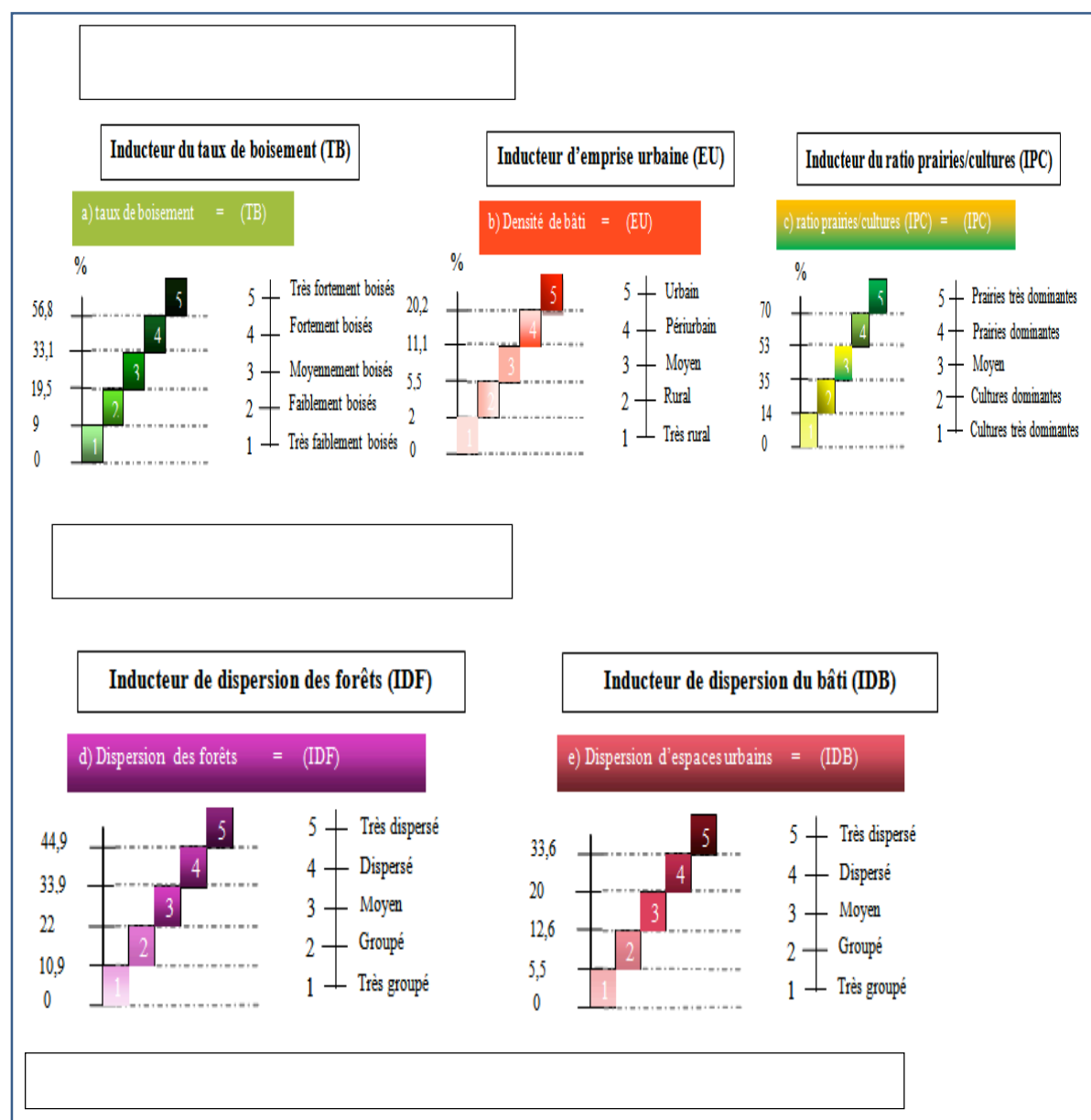


Figure 5.12- Indicateurs dérivants la diversité interne du paysage pour les fonds de vallées.

Afin d'illustrer les résultats du calcul de l'indice de la diversité interne des paysages de vallées, nous avons retenu un exemple de sous bassin versant de la Braye (bassin du Loir) qui permet de mettre en évidence les valeurs d'indicateurs obtenus pour caractériser les treize tronçons de la vallée de la Braye. La figure 5.13 montre sous la forme de graphiques radars la valeur des indicateurs obtenus pour caractériser les treize tronçons de la vallée de la Braye.

Tronçon	Caractéristiques
Le Fresnay	paysage très boisé et groupés dans le fond de vallée et diffus sur les versants avec un habitat très groupés, le fond et les versants sont dominé par les cultures
La Grenne amont	paysage très peu boisé et très rural avec un habitat moyennement groupé, le fond et les versants sont dominés par les cultures
La Grenne aval	paysages très peu boisés et rural avec un habitat moyennement groupé, le fond et les versants sont dominés par les cultures
La Braye aval	paysage très peu boisé avec des espaces urbanisés groupés, le fond est dominé par les prairies, les versants sont cultivés
La Braye moyenne 1	est caractérisée par un habitat bien développé et moyennement diffus dans le fond et groupé sur les versant, le fond est dominé par les cultures et plus complexe sur les versants où cultures et prairies se mélangent, les surfaces boisées sont peu développées et très dispersées dans le fond et groupées sur les versants
La Braye moyenne 2	paysage très peu boisé et très rural avec un habitat groupé dans le fond et moyennement groupé sur les versants, le fond et les versants sont dominés par les cultures
La Braye amont	paysage très peu boisé et très rural avec un habitat moyennement groupé, le fond et les versants sont dominés par les cultures
Le Tusson aval	paysage très rural avec un habitat groupé dans le fond et moyennement groupé sur les versants, un fond peu boisé et groupé et diffus sur les versants, le fond et les versants sont dominés par les cultures
Le Tusson amont	paysage très rural avec un habitat dispersé dans le fond et groupé sur les versants, un fond peu boisé et groupé et très diffus sur les versants, le fond et les versants sont dominés par les cultures
L'Anille aval	paysage très rural avec un habitat dispersé, un fond peu boisé et groupé et très diffus sur les versants, le fond et les versants sont dominés par les cultures
L'Anille amont	paysage rural dans le fond avec un habitat bien développé sur les versants, un fond peu boisé et groupé et très diffus sur les versants, le fond et les versants sont dominés par les cultures
Le Couëtron aval	paysage très boisé et moyennement groupés, avec un habitat très groupés, le fond et les versants sont dominés par les cultures
Le Couëtron amont	paysage très rural avec un habitat groupé, un fond peu boisé et groupé avec la dominance des cultures dans le fond et sur les versants

*Tableau 5.9- Caractéristiques des vallées du bassin de la Braye représentant l'indice de la diversité interne des paysages de vallées*

## Indicateurs caractérisant l'indice de diversité dans les tronçons de vallées de la Bray

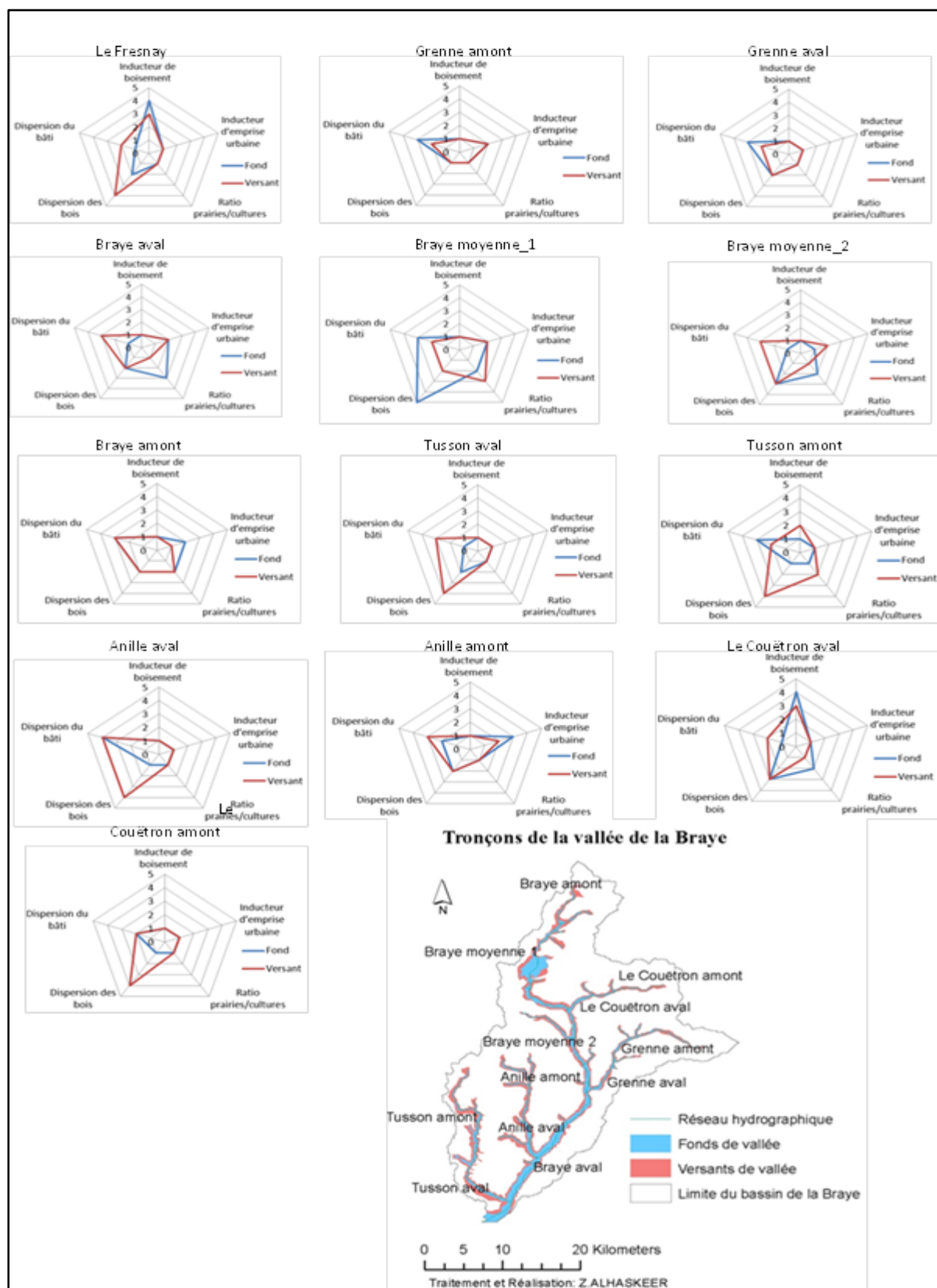


Figure 5.13- Exemple de mesure de l'indice de diversité issu de l'occupation du sol dans les vallées de la Bray.



### 5.4.2. Singularité du paysage de vallée

L'indice de singularité du paysage de vallée permet de rendre compte de la place des vallées par rapport au milieu environnant. Il s'agit de montrer le degré de contraste entre une vallée et son voisinage. Lorsque la valeur de contraste est faible, cela signifie que les caractéristiques d'occupation du sol de cette vallée sont très similaires avec son voisinage.

A partir de rangs des cours d'eau, nous avons créé une zone tampon autour de limites de vallées. La réalisation d'une zone tampon spécifique en fonction de rang de cours d'eau permet de mettre en évidence la spécificité de chaque vallée selon l'ordre de cours d'eau. Les caractéristiques morphologiques et des modes d'occupation du sol d'une vallée de cours d'eau d'ordre 2 se différencient de celle d'une vallée de cours d'eau d'ordre 5 ou 6. Le tableau 5.10 montre les valeurs des zones tampons retenues.

Rang de cours d'eau	Valeur de zone tampon en mètre
Rang 2	750
Rang 3	1000
Rang 4	1500
Rang 5	2000
Rang 6	3000
Rang 7	4000

Tableau 5.10- Paramètres des zones tampons.

La singularité de la vallée par rapport à une zone tampon située autour des vallées est traduite par trois indicateurs de contraste créés et mesurés à l'échelle du tronçon (T) et de la zone tampon (ZT) (Tableau 5.11). L'écart (T-ZT) entre la valeur de l'indicateur du tronçon et celle de la zone tampon indique le degré de contraste entre ces espaces (Figure 5.14).

Indicateur en %	Echelle		
	Tronçon (T)	Zone tampon (ZT)	Ecart (T-ZT)
Indicateur du taux de boisement (TB)	11	15	4 (contraste faible)
Indicateur de l'emprise urbaine (EU)	19	3	16 (contraste très fort)
Indicateur du ratio prairies/cultures (IPC)	38	32	6 (contraste faible)

Tableau 5.11- Exemple du calcul des indicateurs de contraste dans la vallée du Dué (BV Huisne).

Sur la figure 5.14 l'indicateur de contraste du ratio prairies/cultures (IPC) met en évidence :

- un fort contraste entre des tronçons de vallées bocagers ( $IPC_T$  élevé) qui traversent des paysages cultivés ( $IPC_{ZT}$  faible). Ces tronçons définissent un paysage singulier par rapport à la zone environnante dans laquelle elle s'insère (par exemple la vallée de la Tortue qui est bocagère insérée dans une zone environnante cultivée).
- et à l'inverse des tronçons bocagers ( $IPC_T$  élevé) qui parcourent des zones qui leur ressemblent ( $IPC_{ZT}$  élevé). Ces tronçons définissent un paysage similaire par rapport à la zone environnante dans laquelle elle s'insère (par exemple la vallée de la Nogue qui est bocagère insérée dans une zone environnante bocagère).

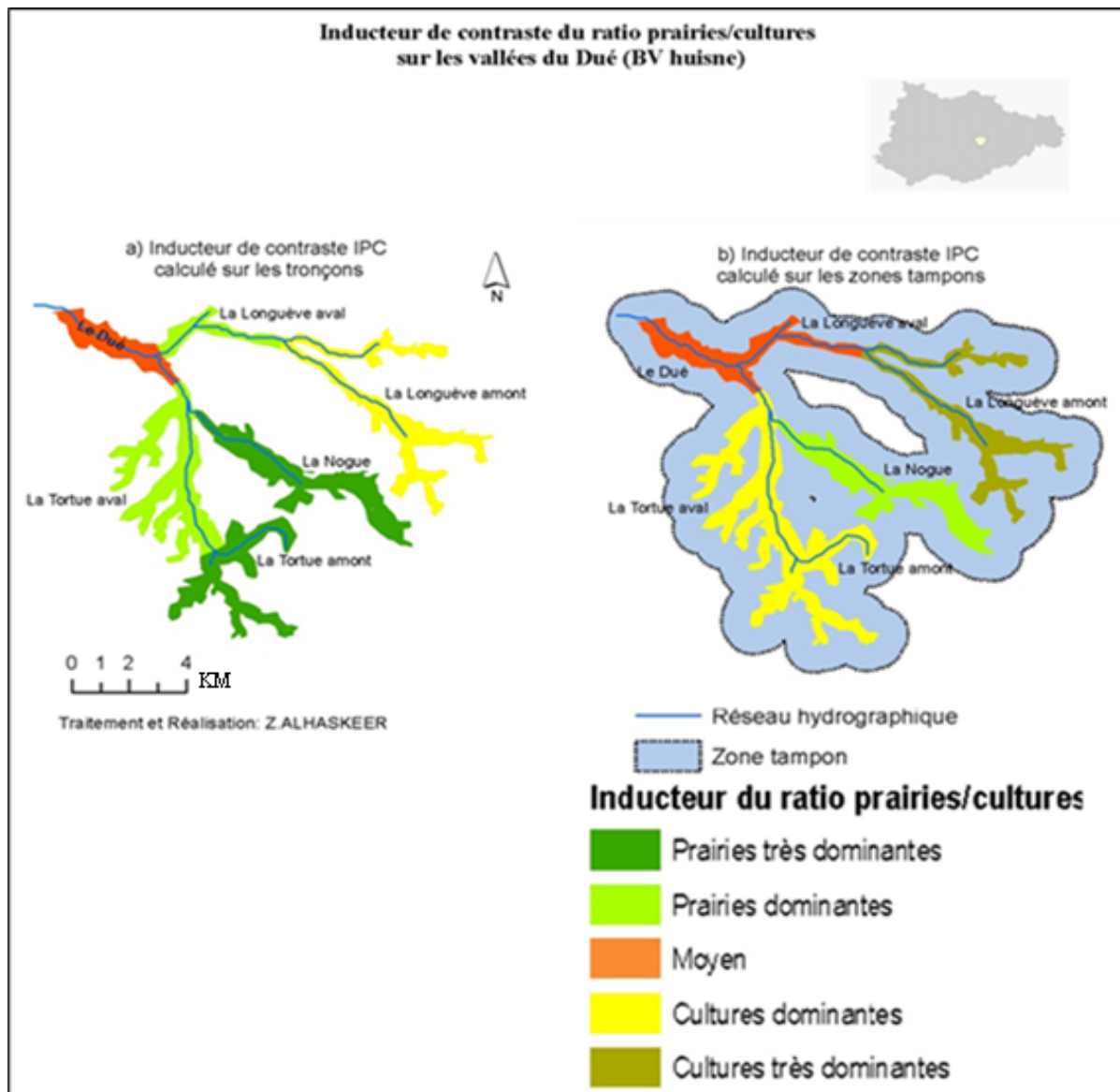


Figure 5.14- Indice de la singularité du paysage de tronçon par rapport à la zone tampon : exemple de l'indicateur de contraste du ratio prairie/cultures (IPC) dans les vallées du sous bassin du Dué (BV Huisne).

Enfin, un indice synthétique reprend la somme des valeurs absolues des écarts entre les trois indicateurs (Figure 5.15) : plus sa valeur est élevée, plus le tronçon traverse un paysage différent. La valeur élevée présente un contraste paysager fort.

$$\begin{aligned}
 \text{IC-TB} &= \{ \text{TB}_T - \text{TB}_{ZT} \} \text{ (indicateur de contraste du taux de boisement)} \\
 \text{IC-EU} &= \{ \text{EU}_T - \text{EU}_{ZT} \} \text{ (indicateur de contraste de l'emprise urbaine)} \\
 \text{IC-IPC} &= \{ \text{IPC}_T - \text{IPC}_{ZT} \} \text{ (indicateur de contraste du ratio prairies/cultures)} \\
 \text{ISCP} &= \sum [ \{ \text{TB}_T - \text{TB}_{ZT} \} + \{ \text{EU}_T - \text{EU}_{ZT} \} + \{ \text{IPC}_T - \text{IPC}_{ZT} \} ] \text{ (indice synthétique de contraste paysager)}
 \end{aligned}$$

Figure 5.15- Formules des indicateurs de contraste et l'indice synthétique de contraste paysager.

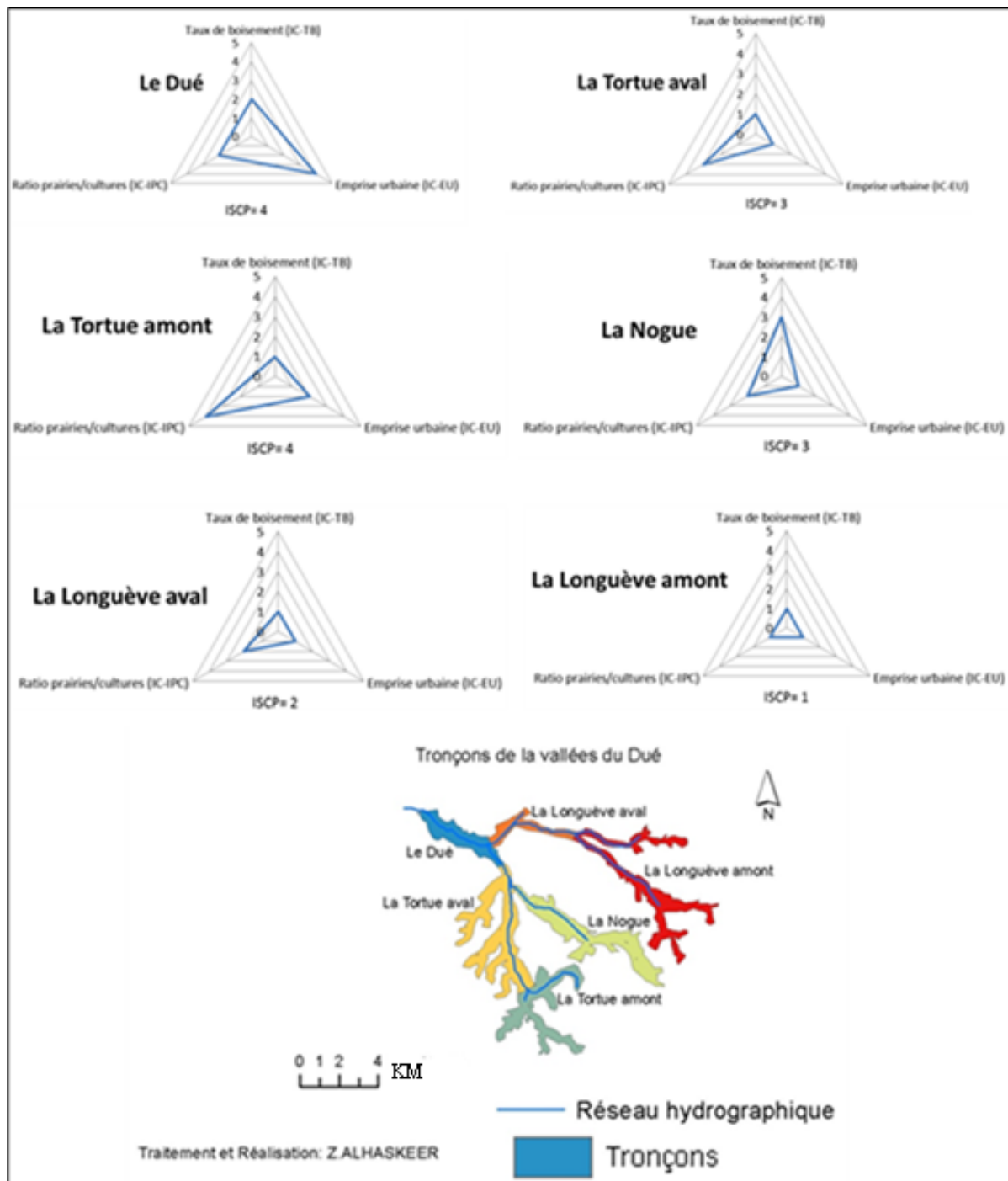


Figure 5.16- Exemple de mesure de l'indice de singularité issu de l'occupation du sol dans les vallées du sous bassin du Dué.

La figure 5.16 montre les résultats obtenus dans les vallées du sous bassin du Dué pour rendre compte du contraste entre le paysage de chaque tronçon et la zone dans lequel il s'insère :

- La vallée du Dué se différencie fortement de la zone environnante par la présence du bâti dense dans la vallée ;
- La Tortue aval se démarque fortement de la zone tampon par la présence de prairies permanentes dans le fond de vallée ;
- La Tortue amont se différencie fortement de la zone environnante par la présence de prairies permanentes dans le fond de vallée ;

- La Nogue affiche un contraste forte avec le milieu environnant du fait de son caractère boisé ;
- La Longuève aval se distingue fortement de la zone tampon par la présence de prairies permanentes dans le fond de vallée ;
- Enfin, la Longuève amont se démarque très peu du milieu environnant également cultivé.

L'indicateur du ratio prairies permanentes/cultures (IC-IPC) montre que les tronçons de la partie aval (Tortue aval, Nogue, Longuève aval), qui englobent des vallées dominées par les prairies, forment un contraste fort avec la zone environnante dans laquelle ils s'insèrent ;

Les deux indicateurs d'occupation du sol et l'arrangement spatial permettent d'identifier des types de paysages en fonction d'indicateurs de différenciation :

- Un gradient de boisement allant des tronçons boisés (Fresnay, Couëtron aval, Nogue), aux tronçons peu boisés (Braye, Anille, Tusson, Grenne) et bocagers (Tortue aval, Longuève aval) ;
- Un gradient urbain-rural allant des tronçons urbains/périurbain (Dué, Grenne aval, Braye aval), aux tronçons ruraux (Tortue, Fresnay, Grenne amont, Longuève, Tusson, Grenne amont, Braye aval) ;
- Un gardien prairies-cultures allant des tronçons herbagers (Tortue, Longuève aval) aux tronçons cultivés (Braye, Grenne) ;
- Enfin, un gradient de contraste permettant de différencier les tronçons de leur singularité plus forte (Dué, Tortue, Longuève aval) ou moins forte (Longuève amont) par rapport à leur zone environnante.

## **5.5. Typologie des vallées en fonction des motifs d'occupation du sol**

Une typologie des vallées permet de classer les vallées en fonction des indicateurs d'occupation du sol.

### **5.5.1. Analyse factorielle des correspondances (AFC) des variables d'occupation du sol**

L'AFC est une forme particulière de l'ACP, adaptée au traitement de certains types de tableaux rectangulaires de données : les tableaux de contingence. L'AFC vise à rassembler en un nombre réduit de dimensions la plus grande partie de l'information initiale en s'attachant non pas aux valeurs absolues mais aux correspondances entre les variables, c'est-à-dire aux valeurs relatives. Cette réduction est d'autant plus utile que le nombre de dimensions initial est élevé. La notion de "réduction" est commune à toutes les techniques factorielles -c'est à-dire où l'on extrait des facteurs – l'AFC offre la particularité (contrairement aux ACP) de fournir un espace de représentation commun aux variables et aux individus.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) est effectuée sur l'ensemble des 14 variables collectées, dont dix indicateurs de diversité mesurés sur le fond de vallée et les versants, quatre indicateurs de contraste. Les résultats mettent en évidence quatre axes qui concentrent 79% de l'information (Tableau 5.12). L'axe 1 repose essentiellement sur des indicateurs de répartition des surfaces en cultures ou en prairies à l'intérieur des tronçons (20%), il oppose des tronçons à vocation herbagère dominante à des tronçons cultivés, ainsi que les indicateurs de dispersion des forêts (26%) et du bâti (24%) qui opposent des tronçons herbagers avec un habitat dispersé présentant des boisements diffus à tronçons cultivés avec un habitat groupé présentant des boisements groupés. L'axe 2 pour lequel l'indicateur du taux de boisements contribue le plus (25%) oppose des tronçons boisés à des tronçons peu boisés à et des tronçons affichant un contraste fort de boisements avec leur zone environnante.

L'axe 3 repose sur l'indicateur d'emprise urbaine (39%) mais aussi sur le contraste d'emprise urbaine (18%) avec sa zone environnante. Il différencie des tronçons très urbanisés qui forment des axes d'urbanisation et des tronçons ruraux isolés à habitat plutôt dispersé. Enfin, l'axe 4 repose sur l'indicateur du ratio prairies permanentes/cultures (37%) et sur le contraste du ratio prairies permanentes/cultures (13%). Il revoie à la distinction des tronçons bocagers affichant un contraste forte avec le milieu environnant.

Indices			Contribution (%)			
Type des indicateurs		Indicateurs	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Indicateur de diversité	Indicateur d'occupation du sol	Taux de boisement (TB) du fond	0,65	13,89	3,40	9,93
		Taux de boisement (TB) des versants	0,21	11,15	4,20	9,06
		Emprise urbaine (EU) du fond	4,07	7,83	19,93	0,09
		Emprise urbaine (EU) des versants	3,75	6,95	19,55	1,55
		Ratio prairies permanentes/cultures (IPC) du fond	10,73	5,68	2,89	16,34
		Ratio prairies permanentes/cultures (IPC) des versants	9,69	5,63	3,46	20,63
	Indicateur d'arrangement spatial	Dispersion des forêts (IDF) du fond	13,15	1,41	6,09	6,251
		Dispersion des forêts (IDF) des versants	13,67	1,54	7,09	4,66
		Dispersion du bâti (IDB) du fond	10,92	6,44	0,32	6,47
		Dispersion du bâti (IDB) des versants	13,42	4,11	2,58	3,02
Indicateur de singularité	Indicateur d'occupation du sol	Contraste du taux de boisement (IC-TB) du tronçon	0,833	12,18	5,75	4,87
		Contraste d'emprise urbaine (IC-EU) du tronçon	3,46	4,93	18,14	1,65
		Contraste du ratio prairies/cultures (IC-IPC) du tronçon	7,18	6,81	0,02	13,05
		Indice synthétique de contraste paysager (ISCP) du tronçon	8,22	11,38	6,52	2,36
	Total (% d'information restituée par l'axe)		30,29%	22,51%	14,79%	12,32%

Tableau 5.12- Contribution des variables retenues pour l'AFC effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallée du bassin versant de la Maine.

### 5.5.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) des variables d'occupation du sol

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) permet de construire des arbres de classification des tronçons. Ce qui nous intéresse est la partition de l'ensemble des variables en classes qui soient compactes, bien séparées les unes des autres et facilement interprétables afin de construire une typologie (Figure 10.17).

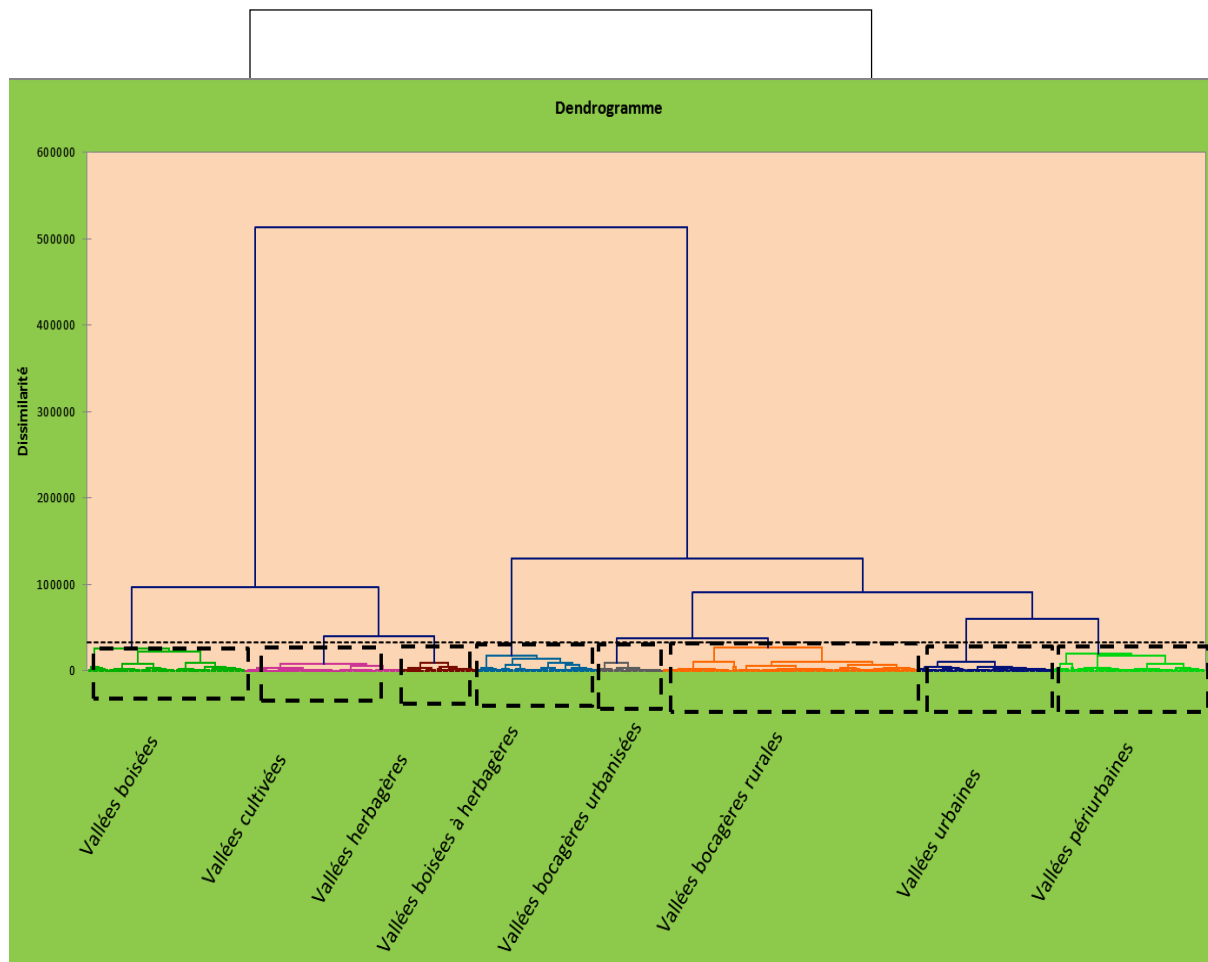


Figure 5.17- Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les axes de l'AFC.

Huit classes ont été dégagées par la CAH. La classification repose sur les trois facteurs principaux :

- Un gradient de boisement ;
- Un gradient urbain-rural ;
- Un gradient prairies-cultures

Le gradient de boisement permet de différencier des tronçons boisés avec des grandes étendues forestières (Tableau 5.13- 7) des surfaces cultivées. Les tronçons boisés à herbagers sont caractérisés par la présence d'étendues forestières avec des surfaces en prairies (Tableau 5.13 - 6). Les tronçons urbains sont caractérisés par les fortes densités de surfaces urbaines et la forte concentration de l'habitat (Tableau 5.13- 1 et 2). Les tronçons herbagers se démarquent par la présence de prairies permanentes (Tableau 5.13- 8). La présence de prairies avec l'arbre révèle des tronçons bocagers ruraux (Tableau 5.13- 3). Enfin, les tronçons cultivés sont dominés par les surfaces cultivées (Tableau 5.13- 5).



Types	Caractéristiques	Nombre	%
1-Vallées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâti dominant et très dense</li> <li>• Peu boisé et groupés</li> <li>• Peu herbager</li> <li>• Contraste (IPC, EU) forte</li> </ul>	2	0,36
2-Vallées périurbaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâti dense</li> <li>• Boisé, bois denses</li> <li>• Peu de prairie</li> </ul>	14	2,55
3-Vallées bocagères urbanisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère forte</li> <li>• Boisé</li> <li>• Urbanisé</li> </ul>	18	3,28
4-Vallées bocagères rurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère</li> <li>• Bois dispersés</li> <li>• Bâti dispersé rural</li> </ul>	173	31,57
5-Vallées cultivées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très cultivée (openfield)</li> <li>• rural</li> </ul>	140	25,55
6-Vallées boisées à herbagères	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois assez denses</li> <li>• Bâti assez groupé</li> <li>• Vocation herbagère</li> <li>• Contraste TB et IPC forte</li> </ul>	65	11,86
7-Vallées boisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois massifs</li> <li>• Bâti groupé</li> <li>• Espaces cultivés</li> <li>• Peu herbager</li> <li>• Fort contraste TB</li> </ul>	52	9,49
8-Vallées herbagères	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère forte</li> <li>• Peu boisé</li> </ul>	84	15,33

*Tableau 5.13- Description des huit types de motifs d'occupation du sol dégagés par la CAH de tronçons de vallées.*

La réalisation d'une typologie des paysages de vallées en fonction des motifs d'occupation du sol permet de classifier l'ensemble des tronçons.

Le résultat de la typologie (Figure 5.18) met en évidence l'intérêt des images Landsat 7 pour analyser des vallées malgré leur faible résolution (30 m). Mais ces images permettent de caractériser par l'approche quantitative, les paysages de vallées et de mesurer les descripteurs paysagers. Au final, ce résultat nous permet de faire des études comparatives, de construire des typologies de paysage, d'identifier les changements dans les paysages de vallées dans le cadre d'évaluation des dynamiques paysagères (partie IV).

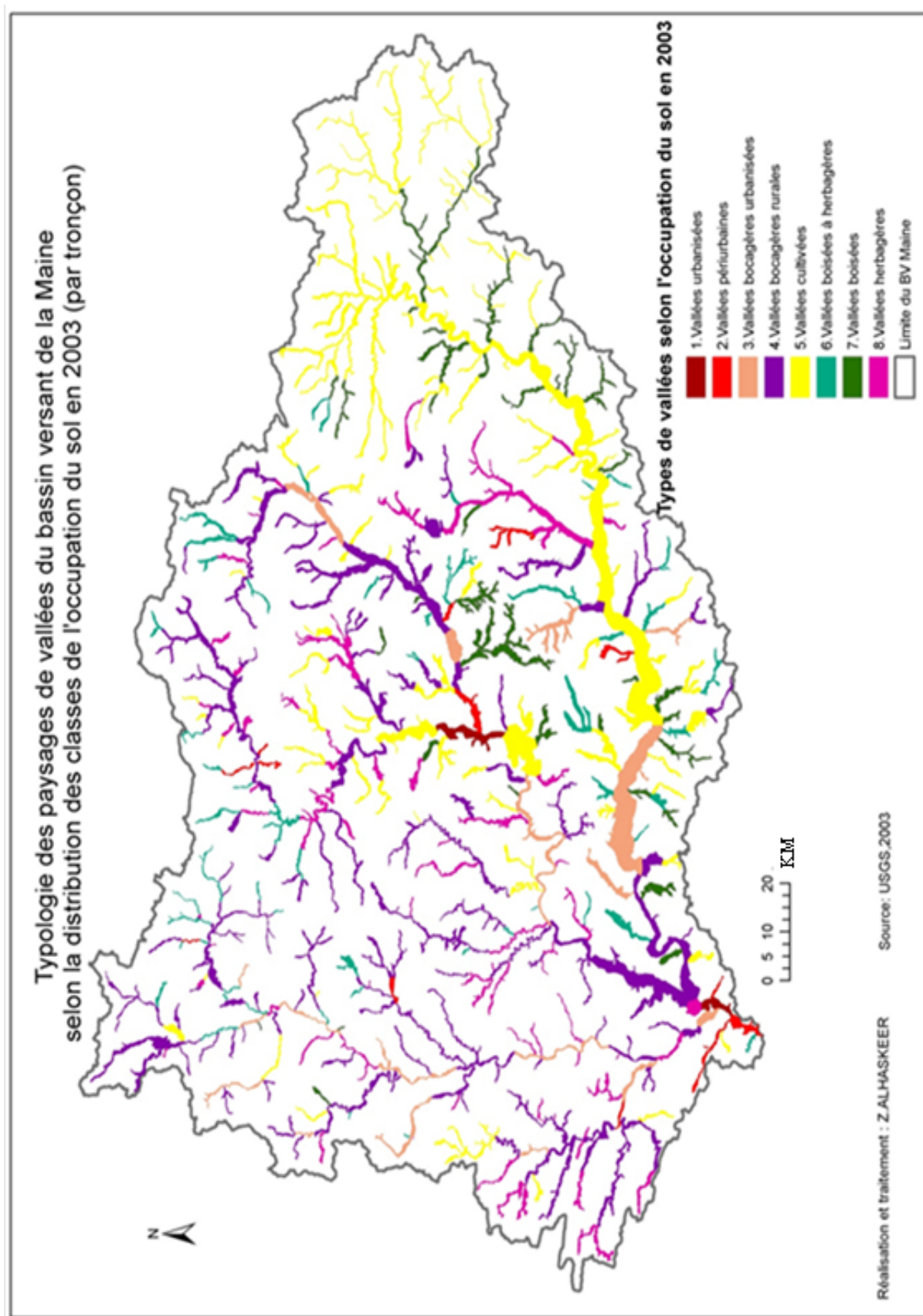


Figure 5.18- Types des paysages de vallées selon l'occupation du sol en 2003.

## 5.6. Réalisation d'une typologie finale des paysages de vallées

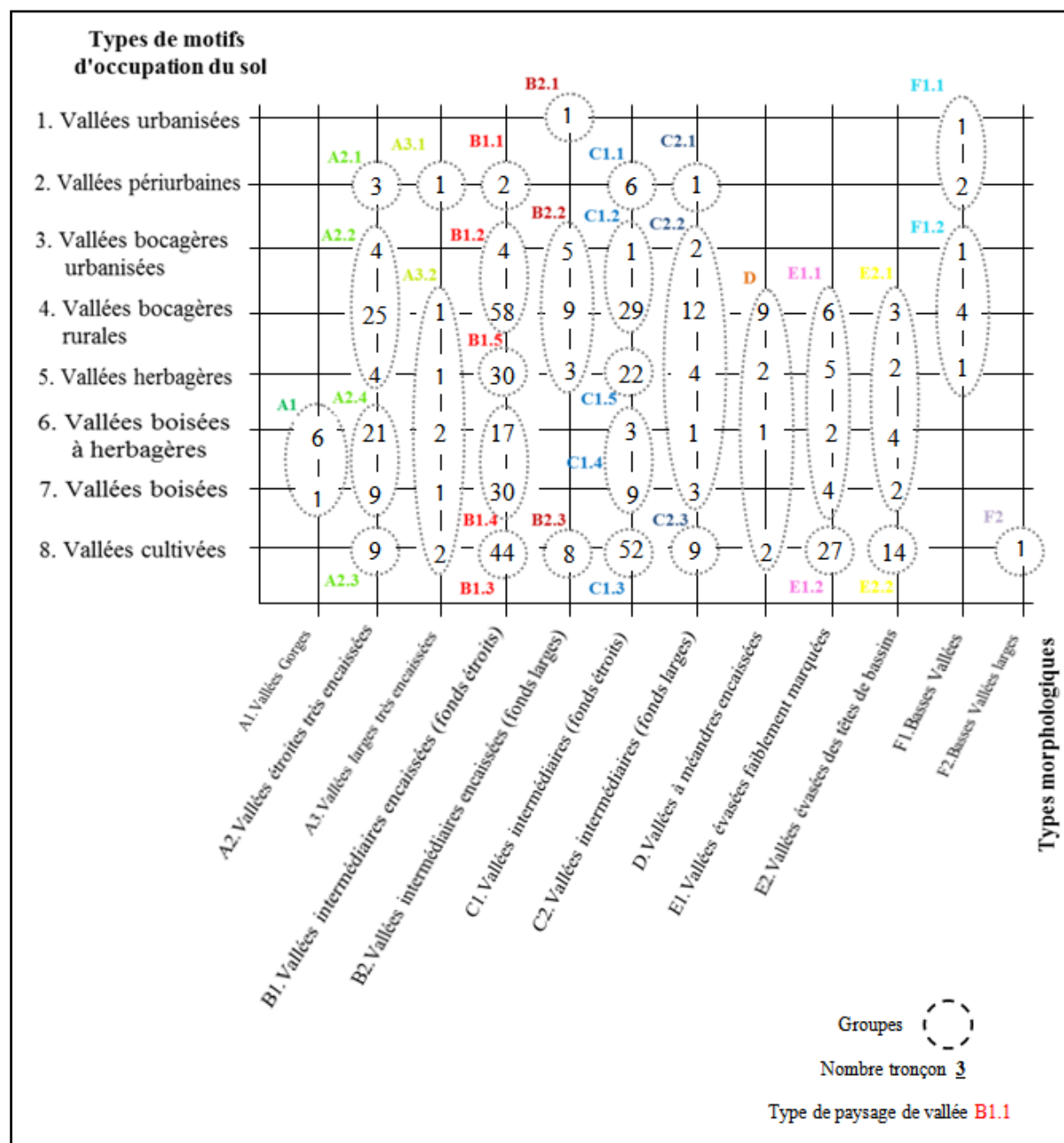
### 5.6.1. Une combinaison des résultats de l'approche morphologique et des occupations du sol (Niveau I détaillé)

Les résultats de l'approche morphologique et l'approche des occupations du sol ont été combinés.

L'approche morphologique composée de 11 types est reportée en abscisse, et l'approche d'occupation du sol composée de 8 types est reportée en ordonnées. Il y a ainsi 88 associations possibles de ce croisement. Des simplifications sont apportées pour réduire le nombre de sous-types de 88 à 30 en maintenant les classes de l'approche morphologique et en regroupant les classes d'occupation du sol proches (Figure 5.19).

- Les types morphologiques remarquables, gorges et les basses vallées, montrent une faible dispersion. Les vallées en gorges sont boisées (Figure 5.19 – A1). Les basses vallées ont une vocation herbagère et bocagère (Figure 5.19 – F1.2) sauf dans les sections en aval des basses vallées où elles sont urbanisées comme à Angers (Figure 5.19 – F1.1). Les vallées très encaissées sont souvent boisées ou à bocagères (Figure 5.19 – A2.2, A2.4, A3.1).
- Les vallées intermédiaires (Tableau 5.14) se démarquent par une dispersion forte et présentent les vallées les plus nombreuses (448 tronçons) qui possèdent les formes les plus communes. Trois types de vallées aux formes « vallées intermédiaires encaissées » se distinguent selon qu'elles soient boisées à bocagères (Figure 5.19 – B1.2, B1.4, B1.5, B2.2) ou urbanisées (Figure 5.19 – B1.1, B2.1) ou cultivées (Figure 5.19 – B1.3, B2.3). Les vallées intermédiaires communes présentent les motifs d'occupation du sol les plus complexes et mixtes. Il s'agit de vallées plutôt rurales, assez cultivées et moins à vocation herbagère. On distingue aussi des tronçons boisés à bocagères (Figure 5.19 – C1.2, C1.4, C1.5, C2.2), des tronçons apparaissant comme des vallées urbanisées ou périurbaines (Figure 5.19 – C1.1, C2.1) et des tronçons apparaissant comme des vallées cultivées, en particulier, dans l'Est du bassin versant de la Maine (Figure 5.19 – C1.3, C2.3).
- Les vallées à méandres encaissées sont boisées à bocagères (Figure 5.19 – D). Enfin, deux types de vallées aux formes « indistinctes » se distinguent selon qu'elles soient boisées à bocagères (Figure 5.19 – E1.1, E2.1) ou cultivées (Figure 5.19 – E1.2, E2.2).

Finalement, les critères de définition des types des paysages de vallées reposent sur les caractéristiques morphologiques qui dictent les lignes de force du paysage (Figure 5.20).

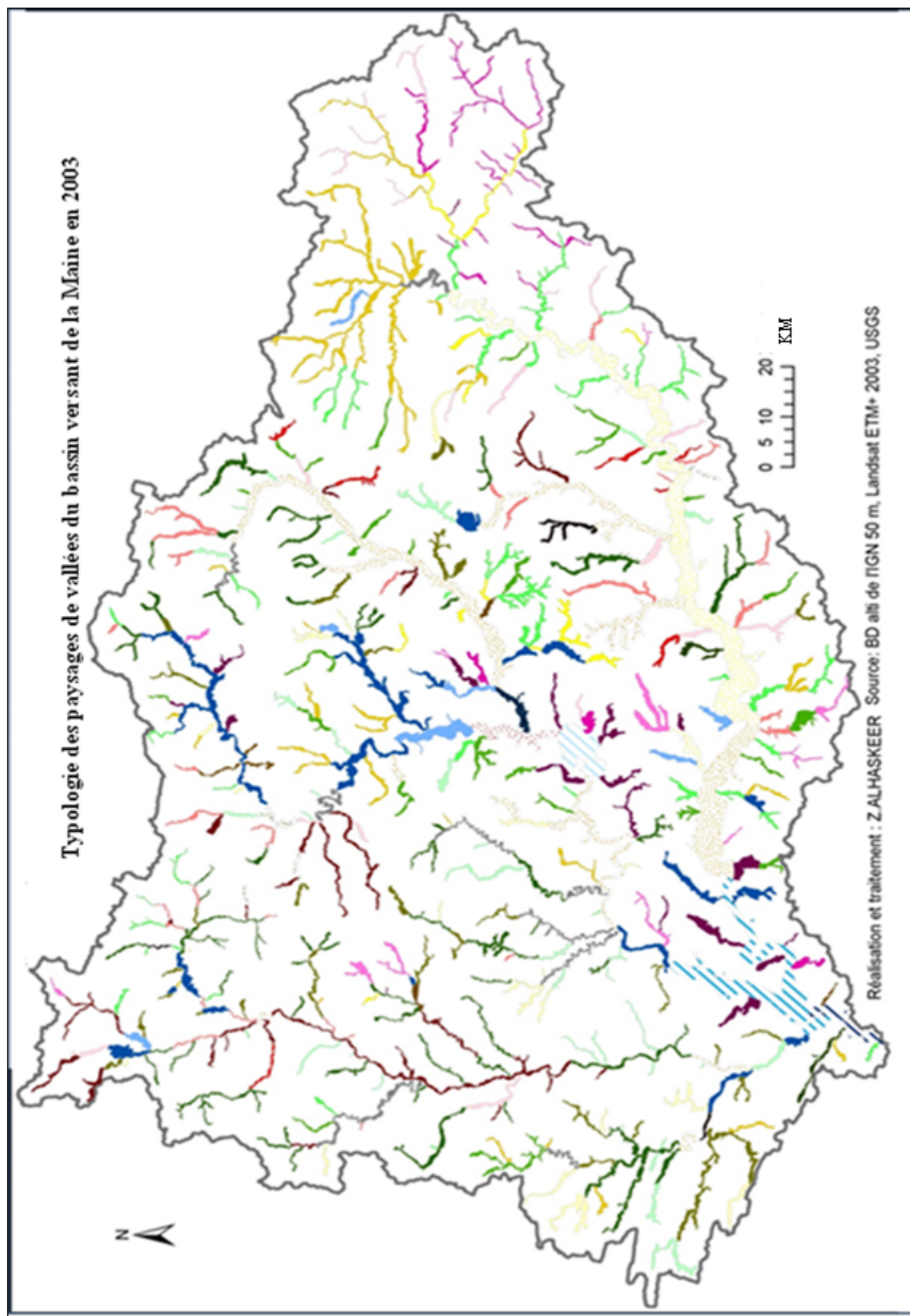


A1. Vallées Gorges boisées	C1.3. Vallées intermédiaires (fonds étroits) cultivées
A2.1. Vallées étroites très encaissées urbanisées	C1.4. Vallées intermédiaires (fonds étroits) boisées
A2.2. Vallées étroites très encaissées bocagères	C1.5. Vallées intermédiaires (fonds étroits) herbagères
A2.3. Vallées étroites très encaissées cultivées	C2.1. Vallées intermédiaires (fonds larges) urbanisées
A2.4. Vallées étroites très encaissées boisées	C2.2. Vallées intermédiaires (fonds larges) boisées à bocagères
A3.1. Vallées larges très encaissées boisées à bocagères	C2.3. Vallées intermédiaires (fonds larges) cultivées
B1.1. Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) urbanisées	D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées
B1.2. Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) bocagères	E1.1. Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères
B1.3. Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) cultivées	E1.2. Vallées évasées faiblement marquées cultivées
B1.4. Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) boisées	E2.1. Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères
B1.5. Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) herbagères	E2.2. Vallées évasées des têtes de bassins cultivées
B2.1. Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) urbanisées	F1.1. Basses Vallées urbanisées
B2.2. Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) bocagères	F1.2. Basses Vallées bocagères
B2.3. Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) cultivées	F2. Basses Vallées larges cultivées
C1.1. Vallées intermédiaires (fonds étroits) urbanisées	
C1.2. Vallées intermédiaires (fonds étroits) bocagères	

Figure 5.19- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers de vallées (Niveau I détaillé et composé de 30 types).

<i>Types principales</i>	<i>Sous-type</i>	<i>Type</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
Gorges et Vallées très encaissées	Gorges	A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28
		A2.1.Vallées étroites très encaissées urbanisées	3	0,55
		A2.2.Vallées étroites très encaissées bocagères	34	6,20
	Vallées très encaissées	A2.3.Vallées étroites très encaissées cultivées	7	1,28
		A2.4.Vallées étroites très encaissées boisées	31	5,66
		A3.1.Vallées larges très encaissées boisées à bocagères	8	1,46
		B1.1.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) urbanisées	2	0,36
		B1.2.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) bocagères	73	13,32
		B1.3.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) cultivées	29	5,29
	Vallées intermédiaires encaissées	B1.4.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) boisées	47	8,58
		B1.5.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) herbagères	34	6,20
		B2.1.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) urbanisées	1	0,18
		B2.2.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) bocagères	20	3,65
		B2.3.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) cultivées	5	0,91
		C1.1.Vallées intermédiaires (fonds étroits) urbanisées	6	1,09
		C1.2.Vallées intermédiaires (fonds étroits) bocagères	31	5,66
		C1.3.Vallées intermédiaires (fonds étroits) cultivées	51	9,31
	Vallées intermédiaires communes	C1.4.Vallées intermédiaires (fonds étroits) boisées	12	2,19
		C1.5.Vallées intermédiaires (fonds étroits) herbagères	22	4,01
		C2.1.Vallées intermédiaires (fonds larges) urbanisées	1	0,18
		C2.2.Vallées intermédiaires (fonds larges) boisées à bocagères	24	4,38
		C2.3.Vallées intermédiaires (fonds larges) cultivées	7	1,28
	Vallées à méandres	D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	14	2,55
		E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	20	3,65
	Vallées indistinctes	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	24	4,38
		E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	11	2,01
		E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55
Basses Vallées		F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
		F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
		F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
Total		30 Types de paysages	548	100,00

Tableau 5.14- Liste des 30 types de paysages de vallées (Niveau I) du bassin versant de la Maine.





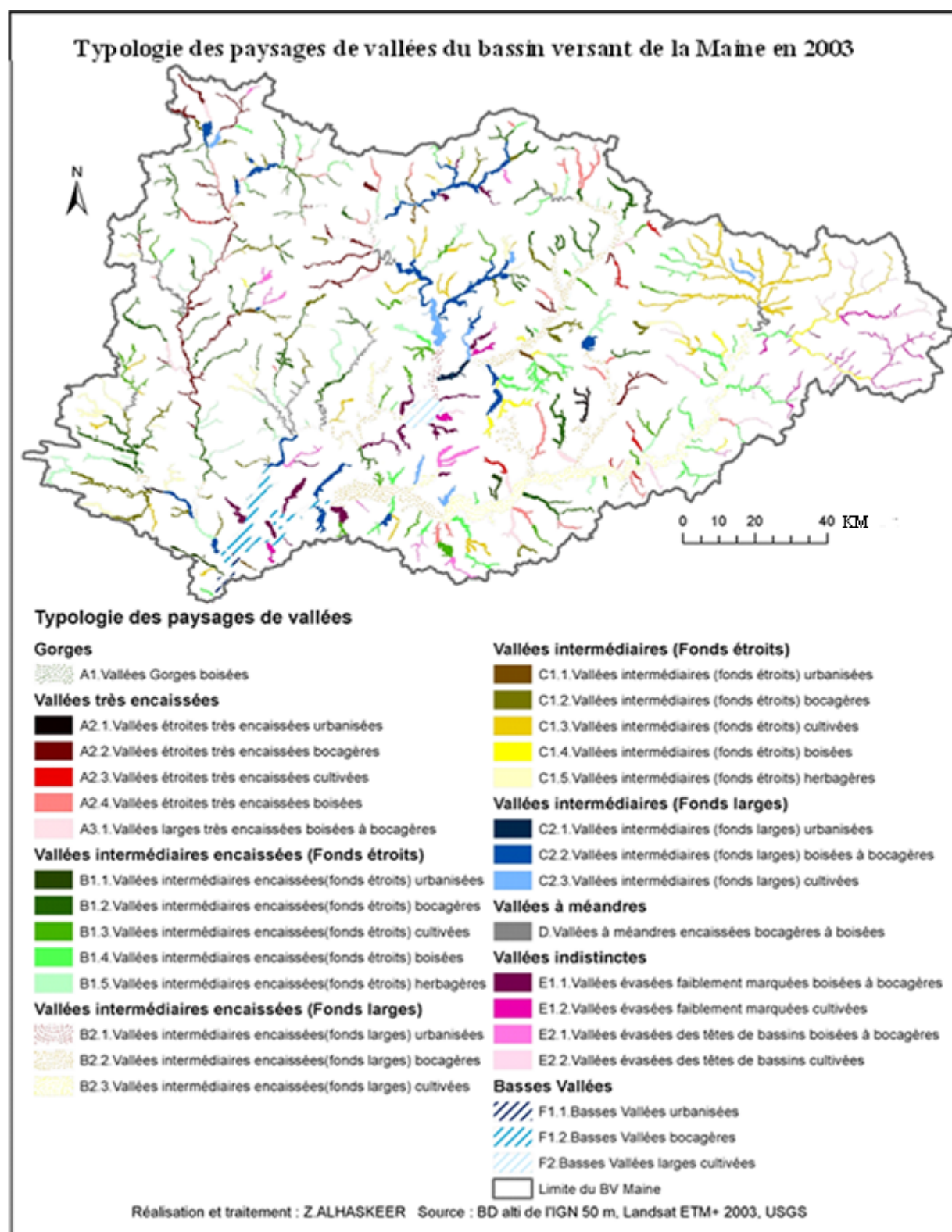


Figure 5.20- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé).

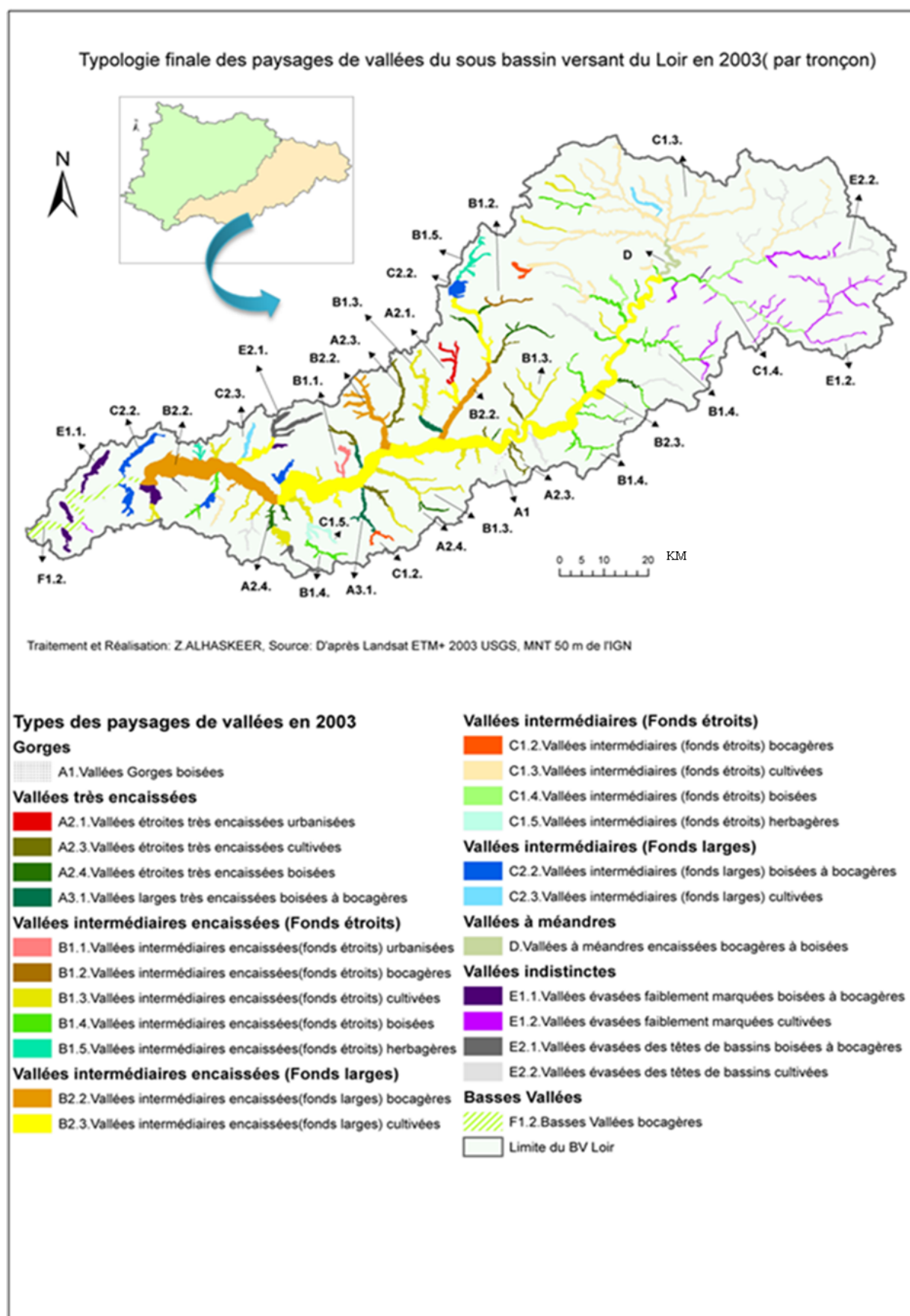


Figure 5.21- Typologie des paysages de vallées du sous bassin versant du loir (Niveau I détaillé).

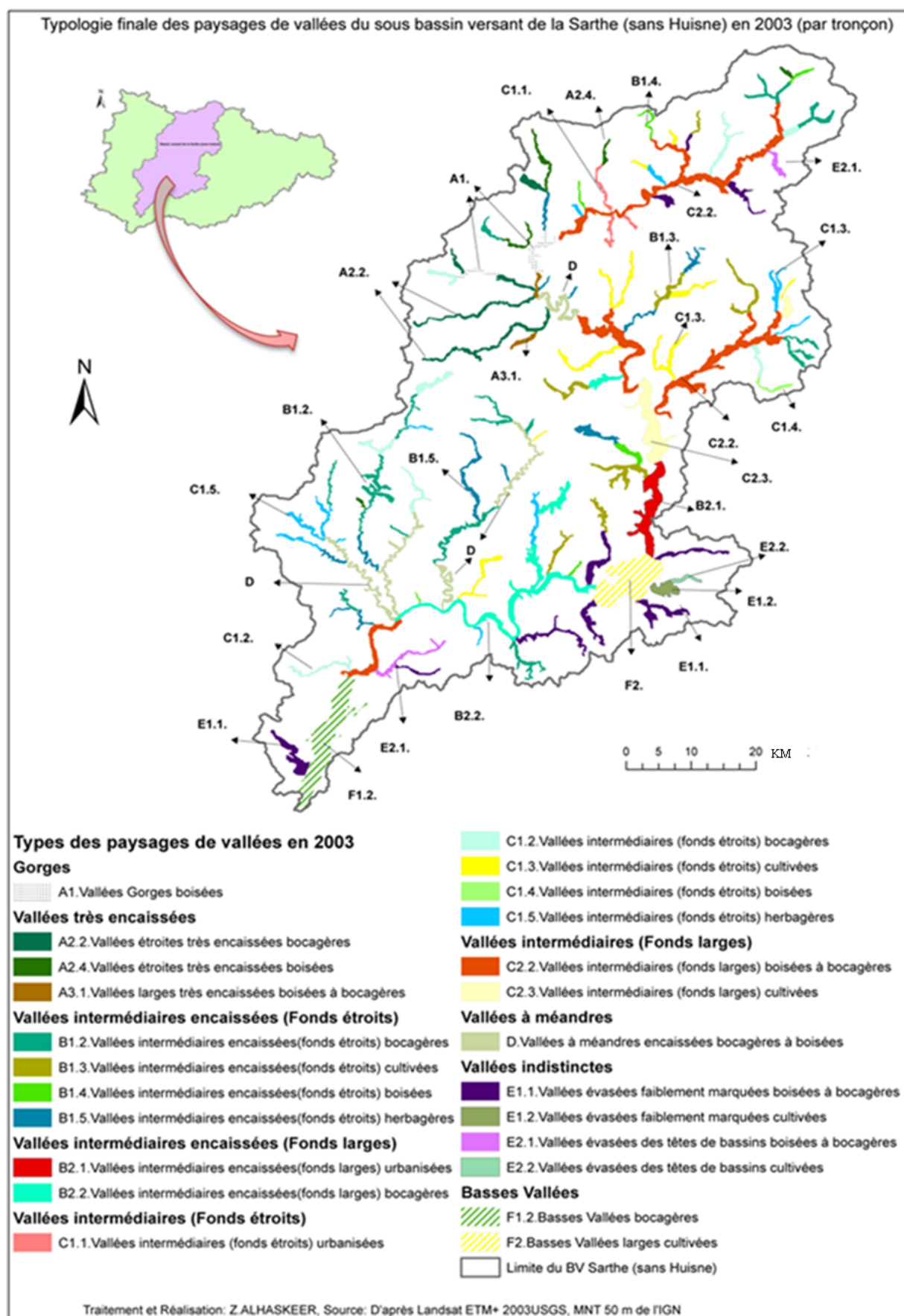


Figure 5.22- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Sarthe (sans Huisne) (Niveau I détaillé).

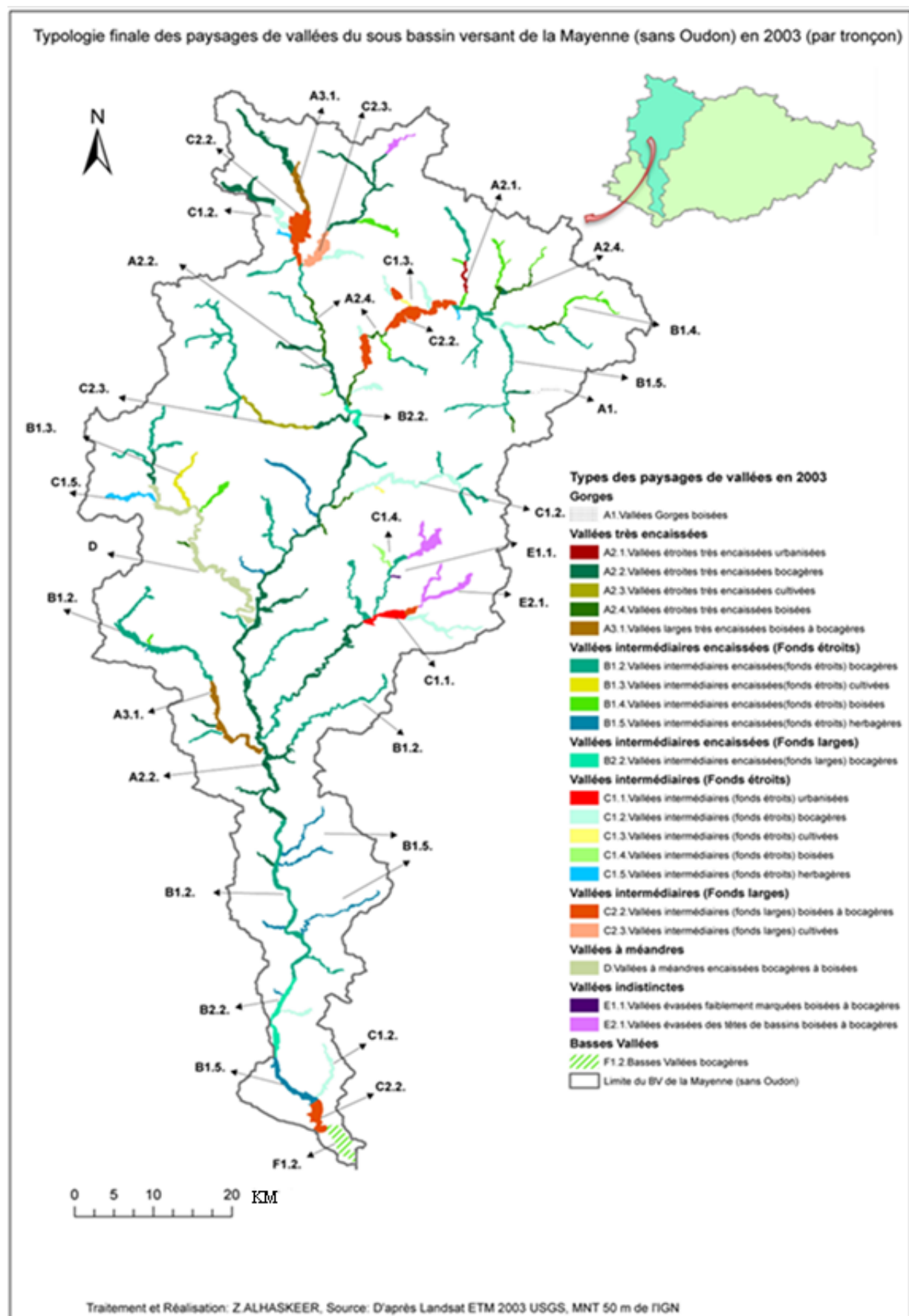


Figure 5.23- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Mayenne (sans Oudon) (Niveau I détaillé).



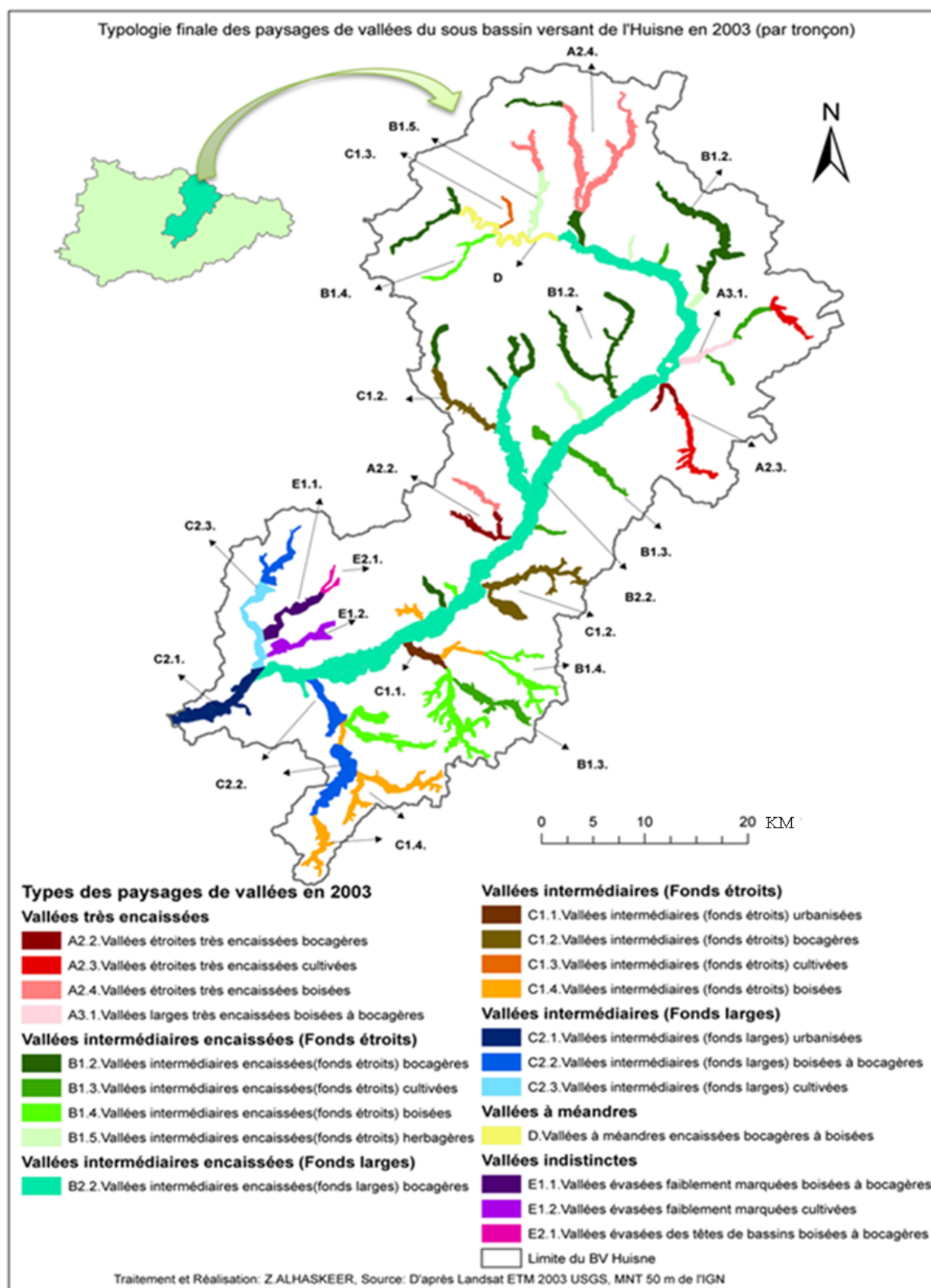


Figure 5.24- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de l'Huisne (Niveau I détaillé).

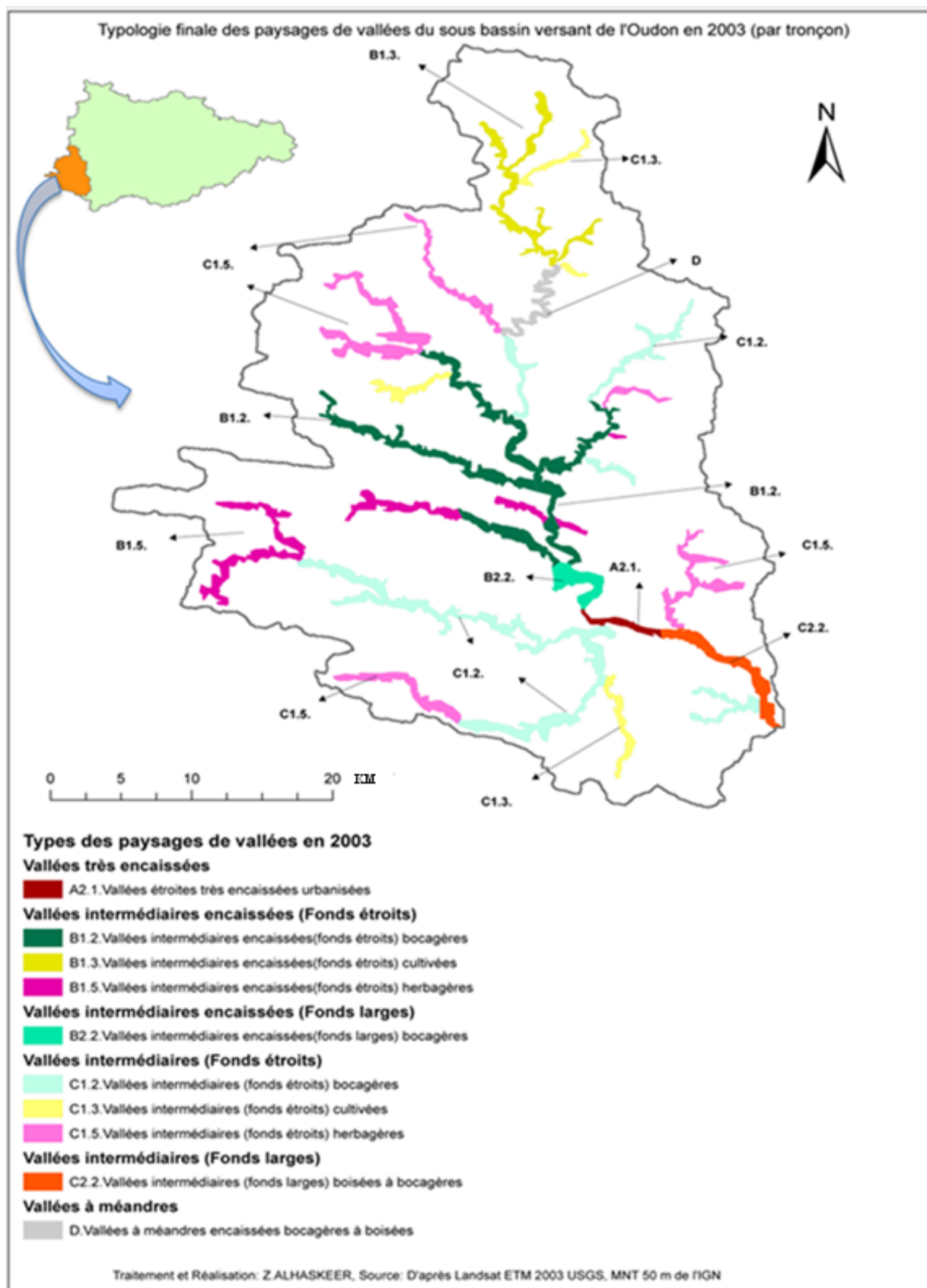


Figure 5.25- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de l'Oudon (Niveau I détaillé).



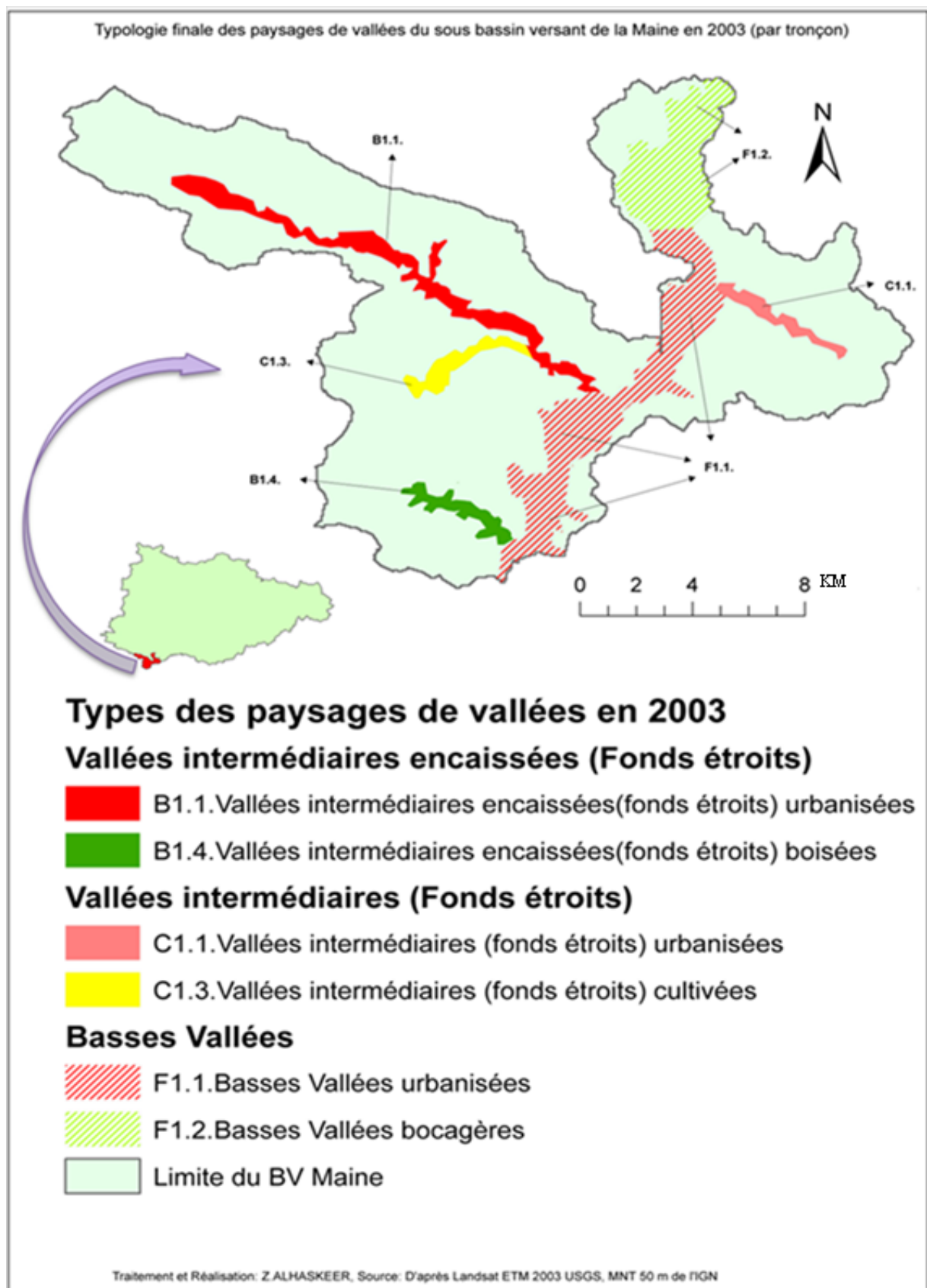


Figure 5.26- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé).

Afin de réduire le nombre des types de vallées et de faciliter de présenter les caractéristiques de chaque type, une nouvelle combinaison des résultats de l'approche morphologique et de l'approche des occupations du sol permet de simplifier les résultats en réduisant le nombre de sous-types de 30 à 23 : suppression du critère largeur du fond de vallée des classes de l'approche morphologique et regroupement des classes d'occupations du sol proches (Figure 5.27).

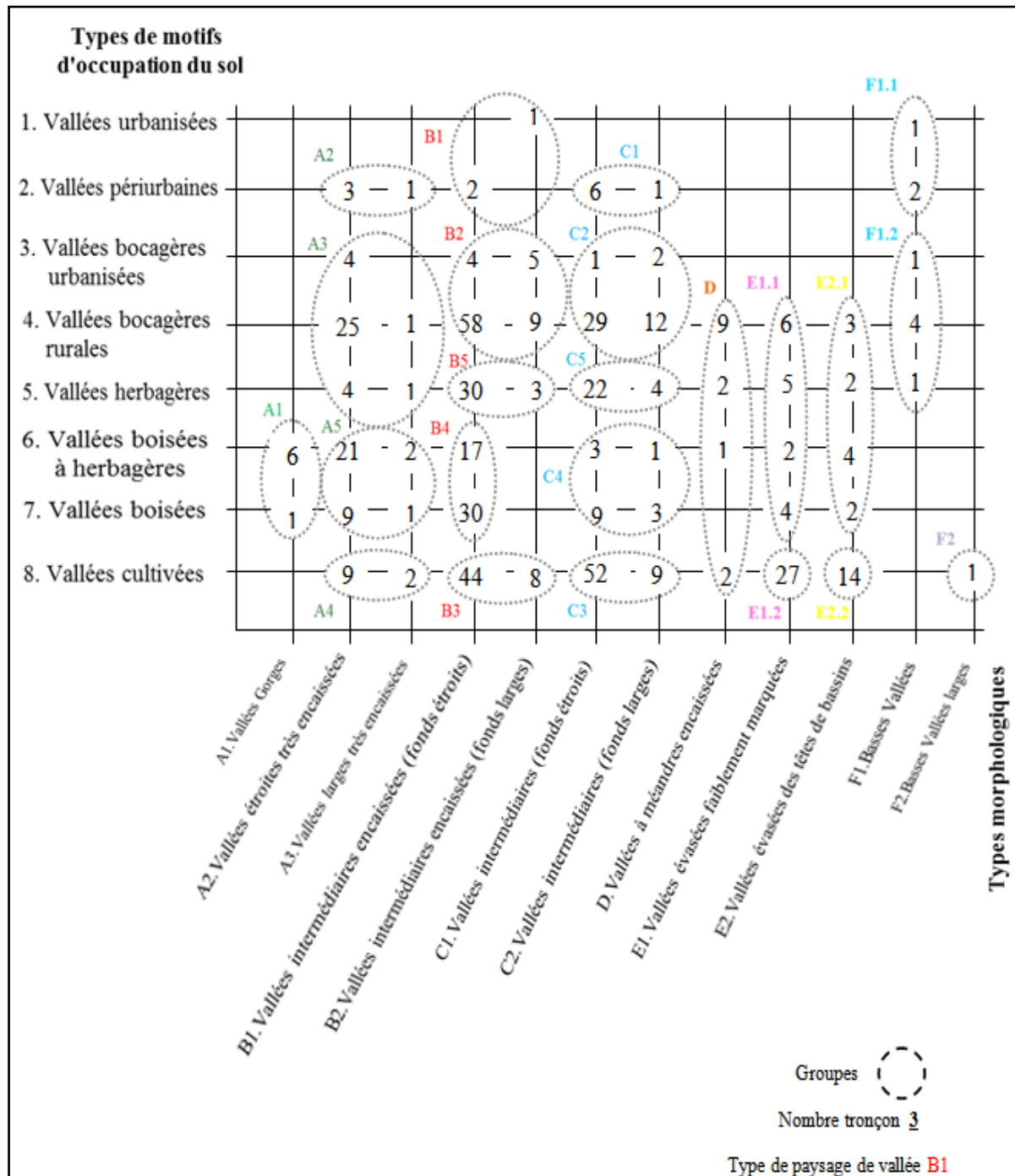


Figure 5.27- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers de vallées (Niveau II non détaillé).

<i>Types principales</i>	<i>Sous-type</i>	<i>Type</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
<i>Gorges et Vallées très encaissées</i>	Gorges	A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28
	Vallées très encaissées	A2.Vallées très encaissées urbanisées	3	0,55
		A3.Vallées très encaissées bocagères	40	7,30
		A4.Vallées très encaissées cultivées	7	1,28
		A5.Vallées très encaissées boisées	33	6,02
<i>Vallées intermédiaires</i>	Vallées intermédiaires encaissées	B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	3	0,55
		B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	87	15,88
		B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	35	6,39
		B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	47	8,58
		B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	39	7,12
	Vallées intermédiaires communes	C1.Vallées intermédiaires urbanisées	7	1,28
		C2.Vallées intermédiaires bocagères	47	8,58
		C3.Vallées intermédiaires cultivées	58	10,58
		C4.Vallées intermédiaires boisées	16	2,92
		C5.Vallées intermédiaires herbagères	26	4,74
	Vallées à méandres encaissées	D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	14	2,55
		E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	20	3,65
	Vallées indistinctes	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	24	4,38
		E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	11	2,01
		E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55
<i>Basses Vallées</i>		F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
		F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
		F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
<i>Total</i>		23 types de paysages	548	100,00

Tableau 5.15- Liste des 23 types de paysages de vallées (Niveau II).

Les cartes de la typologie des paysages de vallées en 2003 de sous bassins versants de la Maine (Niveau II) sont présentées en annexe N°9.

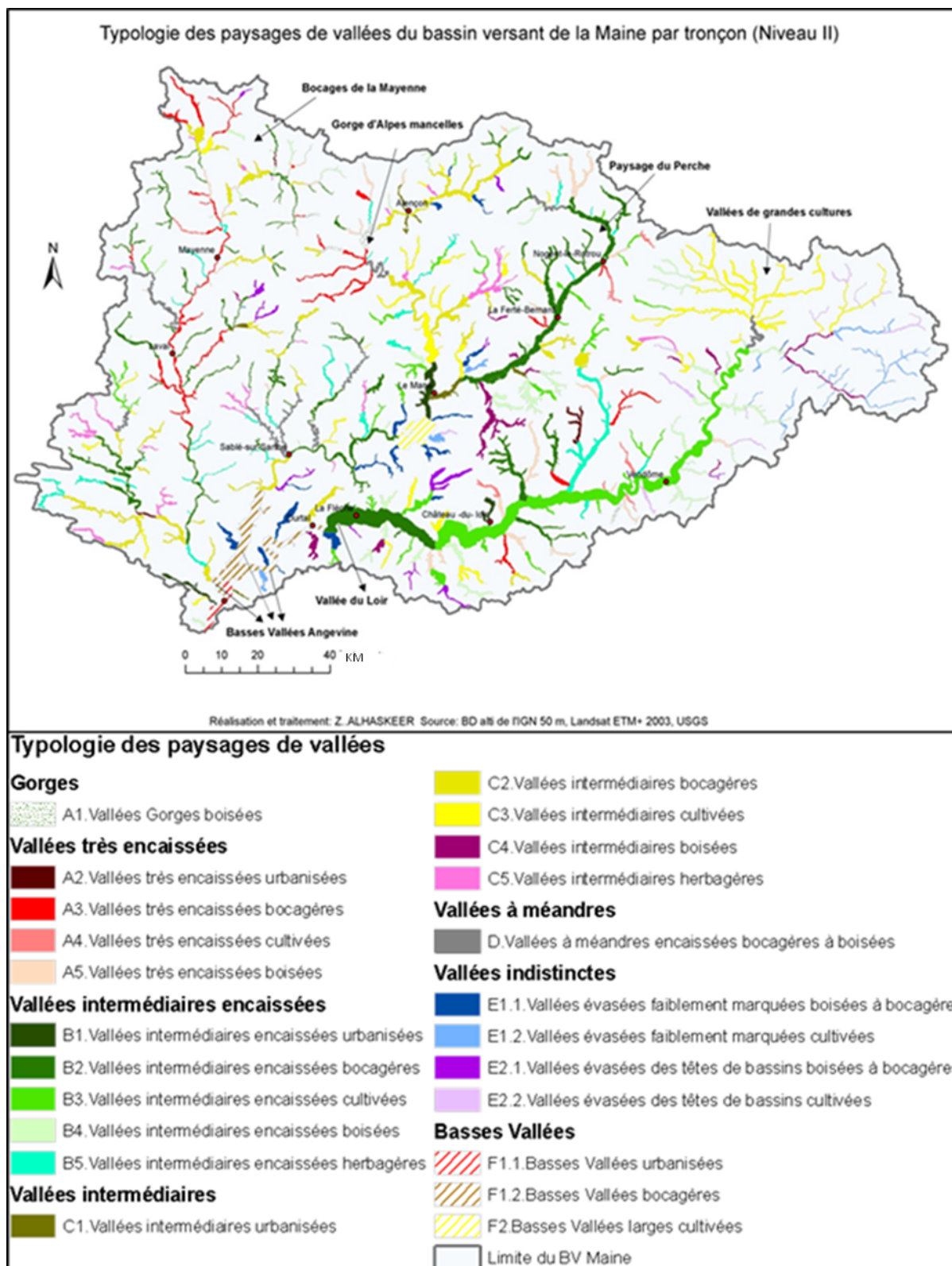


Figure 5.28- Typologie des paysages de vallées du bassin versant de la Maine (Niveau II).

Au final, les cartes suivantes montrent la distribution des types d'occupation du sol en 2003, dans l'ensemble du bassin de la Maine.

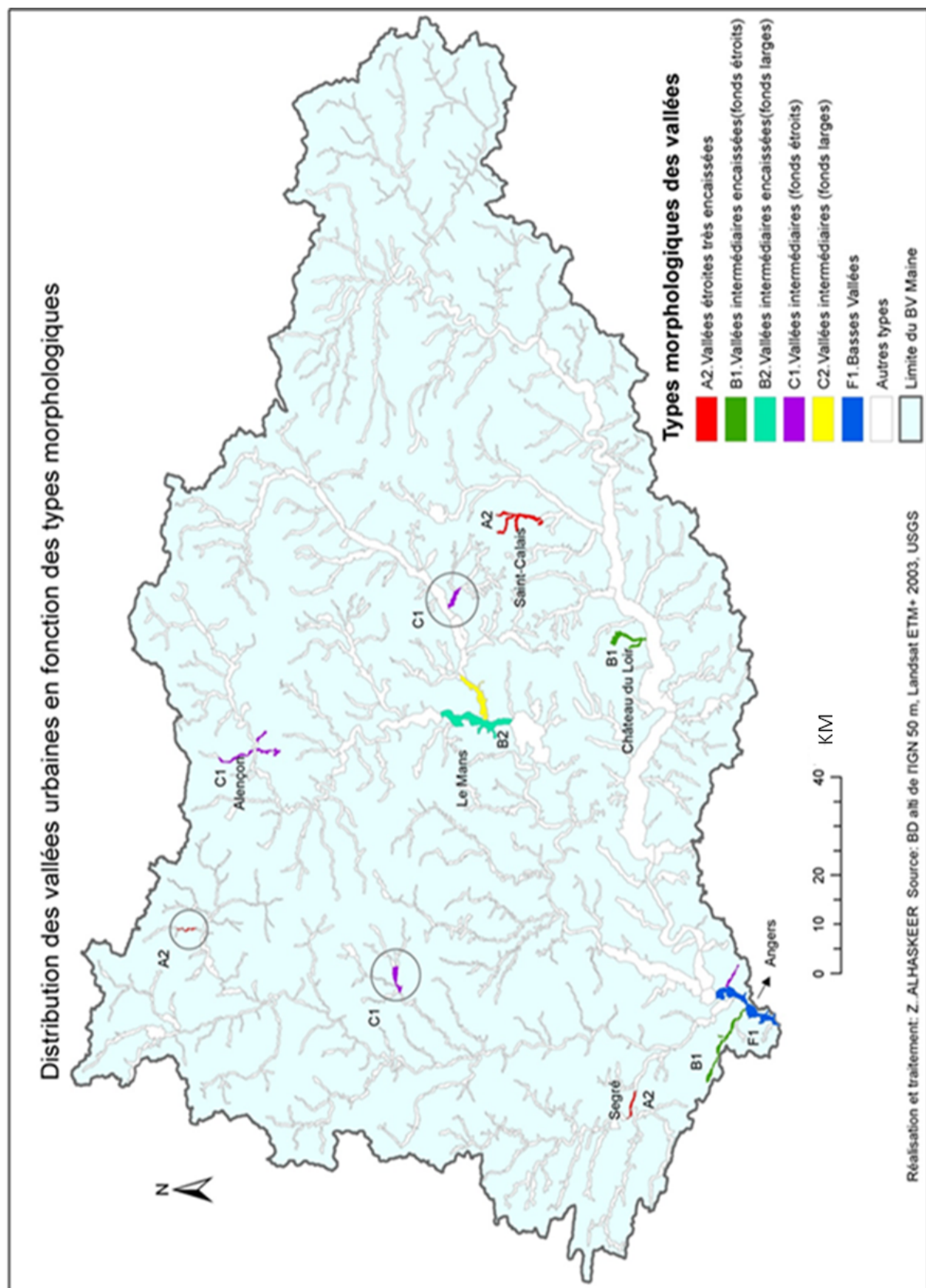


Figure 5.29- Distribution des vallées urbaines en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.



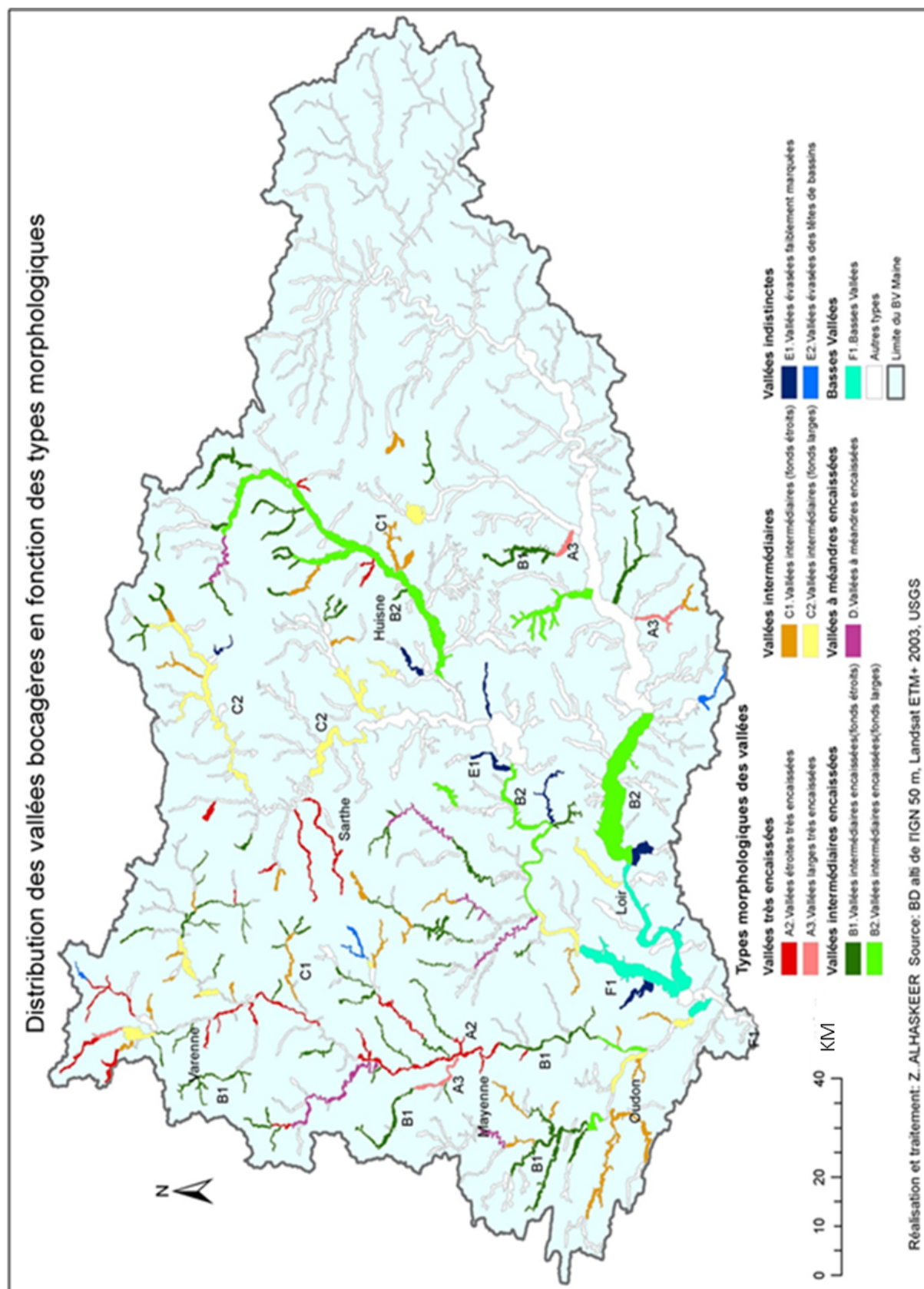


Figure 5.30- Distribution des vallées bocagères en 2003 du bassin versant de la Mayenne en fonction des types morphologiques.



Distribution des vallées boisées à herbagères en 2003 en fonction des types morphologiques (117 tronçons)

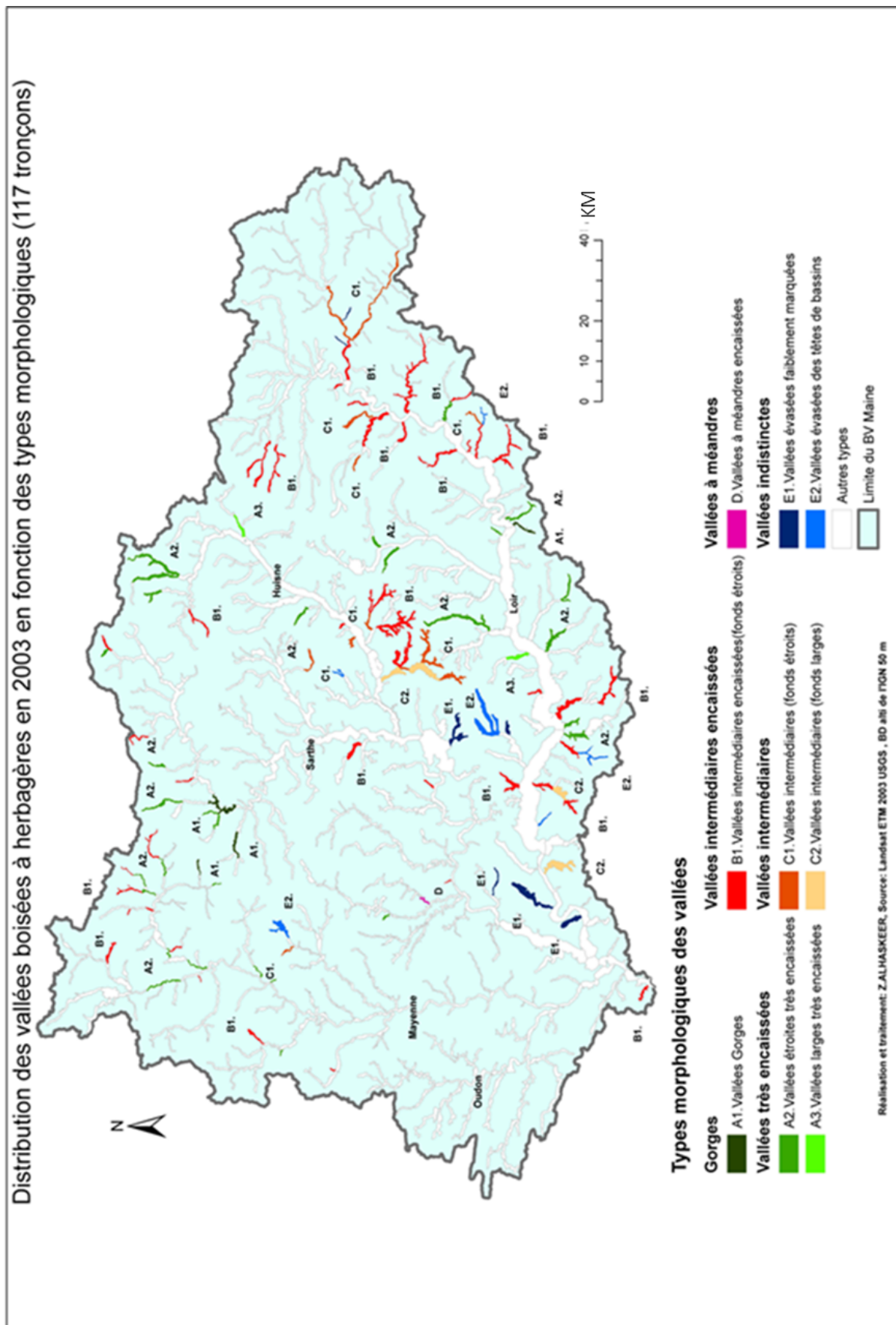


Figure 5.31- Distribution des vallées boisées à herbagères en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.

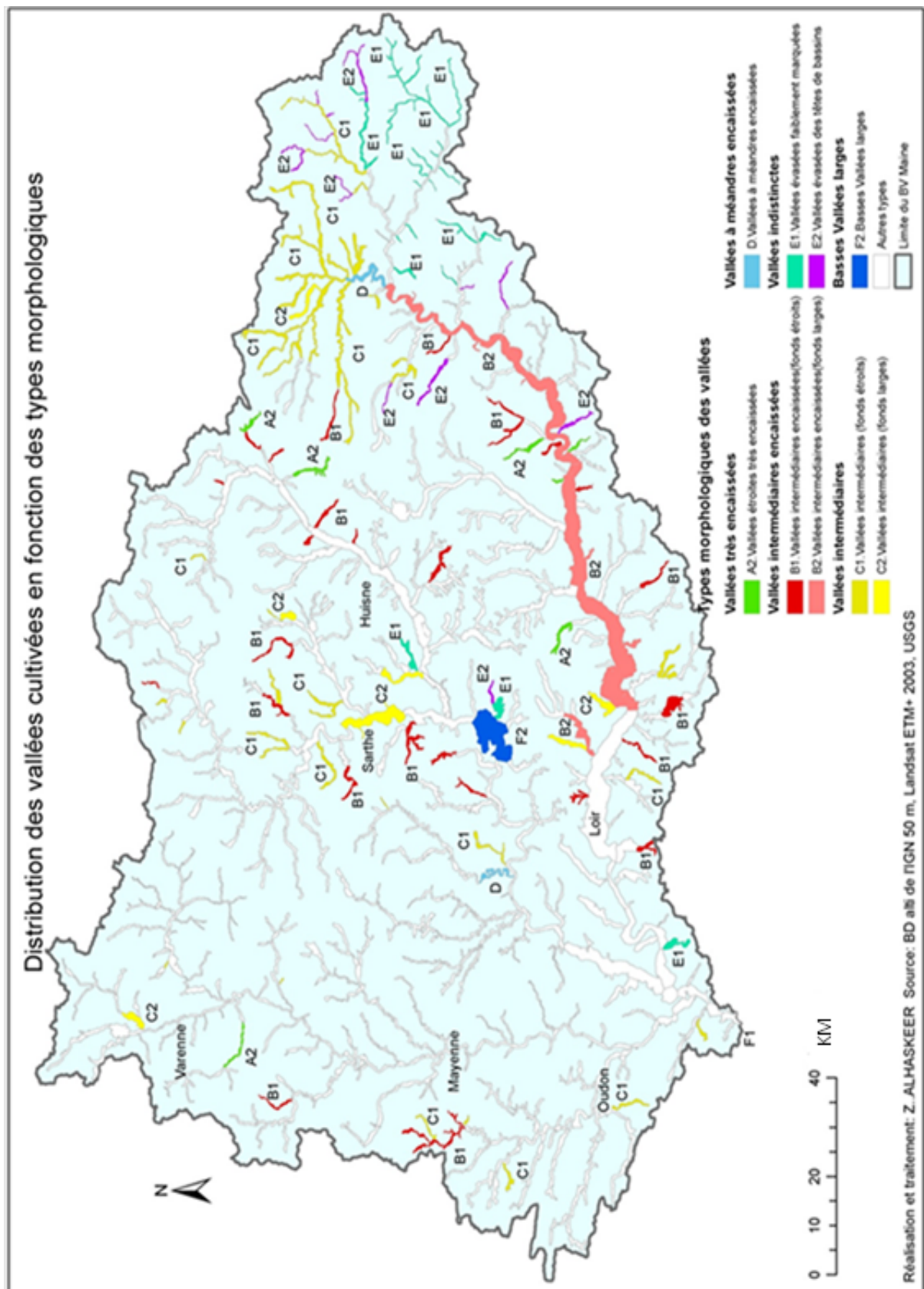


Figure 5.32- Distribution des vallées cultivées en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.

Distribution des vallées herbagères en 2003 en fonction des types morphologiques (84 tronçons)

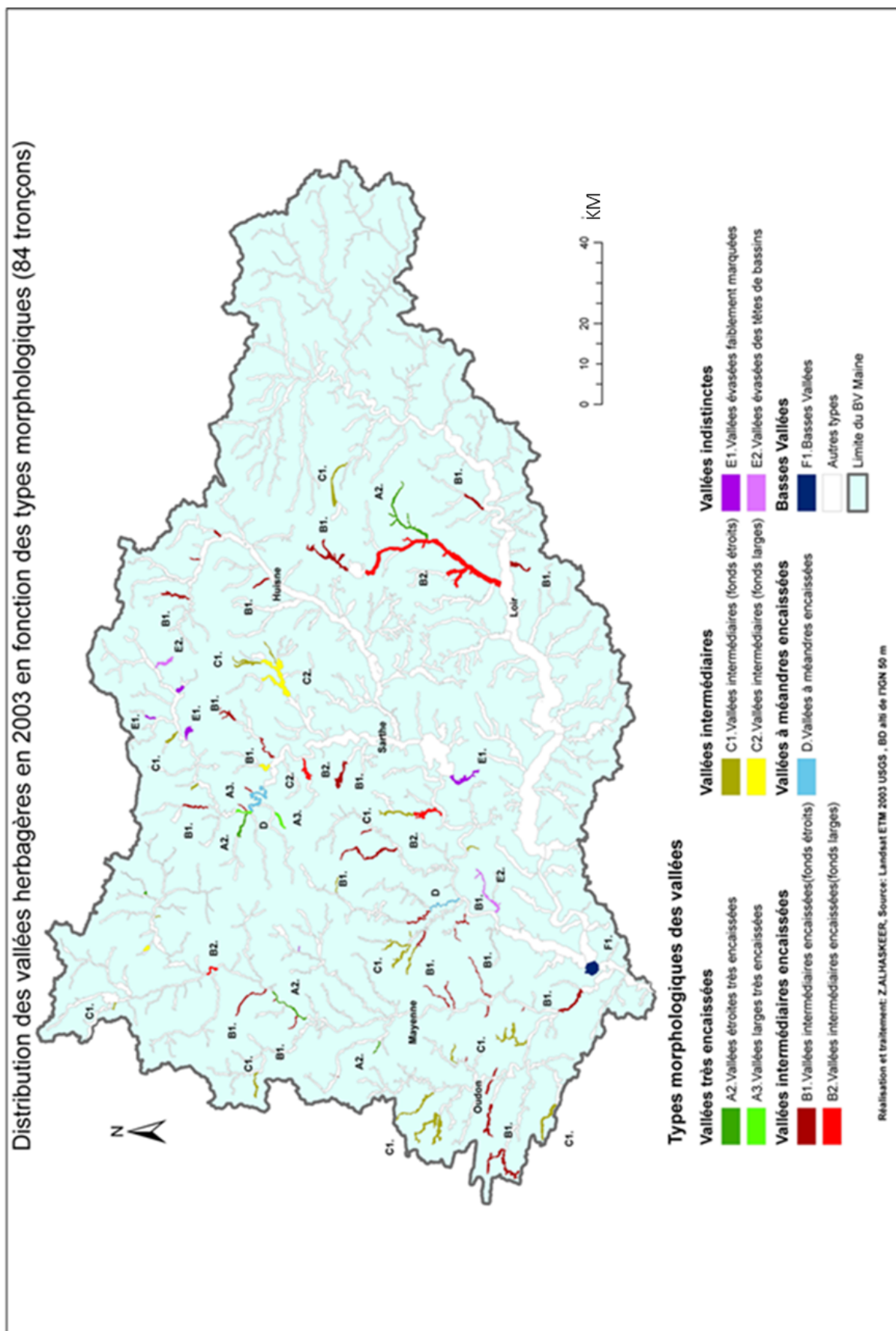


Figure 5.33- Distribution des vallées herbagères en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.

On montre ainsi comment cette occupation des sols est régionalisée. Cependant certaines catégories n'obéissent à aucune régionalisation et sont influencées par des facteurs historiques mais aussi les facteurs morphologiques qui les associent aux vallées. D'autres en revanche comme les cultures sont en accord avec les caractéristiques régionales mais aussi avec les vallées les plus larges. C'est le cas de celles du bassin du Loir par exemple.

## **Conclusion du Chapitre 5**

Le résultat de la typologie des paysages de vallées du bassin versant de la Maine révèle l'importance de l'approche morphologique dans la caractérisation des vallées. Il permet de mettre en évidence la diversité des formes de vallées du bassin versant de la Maine, de souligner les poids des vallées intermédiaires qui représentent 88 % de vallées du bassin versant de la Maine.

Les variables morphologiques retenues dans ce travail ont permis de différencier les types de vallées entre les « gorges », les « basses vallées » et les « vallées intermédiaires ». La définition des limites de vallées est une étape très importante dans la démarche de caractérisation des paysages de vallées, car cette définition nous a permis de révéler les caractéristiques précises, d'extraire des variables morphologiques et de prendre en compte les motifs d'occupation du sol avec des résultats fiables.

L'approche de l'occupation du sol complète la démarche de la réalisation d'une typologie des vallées, car avec l'approche morphologique seule nous ne pouvons mettre en avant des actions humaines sur les paysages.

Le résultat de la typologie de paysages de vallées met en évidence la relation entre les types morphologiques et les types d'occupation. Les vallées en « gorges » sont boisées (Alpes mancelles), et cela reflète l'influence du facteur morphologique dans l'occupation du sol. Les « basses vallées » sont dominées par les prairies permanentes (Basses Vallées Angevines) car les basses vallées sont des zones inondées.

Les outils de la télédétection et les SIG nous ont permis de mesurer des variables de manière précise, avec des méthodes reproductibles. Les données extraites du MNT et des images satellites (Landsat) servent à analyser la structure du paysage de vallée, et à cartographier les caractéristiques des paysages de vallées. L'utilisation des images Landsat représente un défi majeur dans la cartographie des vallées. Avec les résultats de la typologie, nous avons pu démontrer la capacité de ces images à servir l'analyse des caractéristiques des vallées, afin de réaliser un état de lieux précis. Etant donnée la grande extension de la zone d'étude, les images Landsat gratuites représentent un outil pertinent.

La démarche de travail est fondée sur une approche quantitative qui est rarement utilisée dans l'analyse paysagère (Germaine, 2009). Cette approche permet de mettre en place des indicateurs qui nous renseignent sur la structure et l'état du paysage.

Le résultat de la typologie finale de paysages de vallées peut être complété par l'étude diachronique des paysages pour rendre compte les changements et les enjeux liés aux vallées sous la pression des actions anthropiques (Partie IV).

## **Chapitre 6 : Réalisation d'une typologie des fonds de vallées et des versants**

## Introduction du Chapitre 6

Les fonds de vallées occupent une place importante pour les activités humaines traditionnelles. Ils présentent un intérêt écologique majeur et des milieux semi-naturels particulièrement riches en espèces végétales et animales.

C'est pour ces raisons que nous avons réalisé, dans les vallées :

- une caractérisation spécifique des fonds.
- une caractérisation spécifique des versants ; leur inclinaison les écarte d'une mise en valeur intensive et ils sont marginalisés dans la plupart des études paysagères

Afin de rendre compte les caractérisations de ces espaces, nous avons utilisé deux approches. La première, l'approche morphologique qui étudie la composition et la structure spatiale de chaque tronçon pour identifier de grandes types morphologiques. La deuxième, l'approche d'occupation du sol qui permet de mettre en évidence l'homogénéité ou la diversité des vallées. La démarche du travail repose sur la réalisation une typologie spatiale avec des variables spécifiques selon l'unité utilisée. Globalement est reproduit les étapes principales de la typologie établie dans le chapitre précédent.

### 6.1. Typologie des fonds de vallées

#### 6.1.1 Approche morphologique

- *Les variables de classification retenues*

Nous avons retenu un certain nombre d'indices morphométriques pour éclairer la forme du fond et l'organisation hiérarchique et structurelle d'un réseau hydrographique. Six variables morphométriques ont été mesurée pour chacun des tronçons (Tableau 6.1). Les variables retenues ne sont pas des variables explicatives de la morphologie mais essentiellement des variables descriptives.

Variable/unité		Fond de vallée (FV)
Critères	Indices de forme	Pente moyenne du fond
		Pente moyenne des versants
		Largeur moyenne du fond
		Part de la surface occupée par le fond
		Sinuosité du cours d'eau
	Indices de croisés (volume et réseau)	Pente hydrographique

Tableau 6.1- Les variables morphologiques utilisées.

- *Analyse en composante principale (ACP) des variables morphométriques*

Afin d'identifier les variables qui sont les plus pertinentes dans la classification de tronçons, une ACP est réalisée sur l'ensemble de ces 6 variables. Elle est suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) permettant de construire des arbres de classification des tronçons.

Les variables les plus significatives sont liées à la pente des versants qui contribue plus de 68 % au deuxième axe. Celui-ci permet de mettre en évidence des contrastes d'amont en aval et de révéler l'incision des tronçons.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur les trois premiers axes (75 % de l'information totale) dans le but de différencier de grandes classes de fonds. La



distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer deux classes extrêmes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges » et les « Basses Vallées », et permet de rassembler la majorité des tronçons au sein de classe centrale regroupant 82 % des tronçons (Tableau 6.2) :

- iv. Le premier groupe (A) renvoie à des fonds très encaissés avec une pente forte des versants (6 à 11°) et des fonds de vallées de faible surface relative (9 à 25 %). Ces quatre-vingt-huit tronçons correspondent à des fonds « *Gorges et fonds très encaissés* ».
- v. Le deuxième groupe (B), rassemble des tronçons aux caractéristiques morphologiques « intermédiaires » qui regroupent la majorité des tronçons (82 % du nombre des tronçons des vallées du bassin de la Maine).
- vi. Le troisième groupe (C) regroupe des tronçons aux versants en pente faible (1,1 à 4,05°). Ces fonds sont larges (40 à 90 % du tronçon en fond de vallée) situés dans la parties aval (Basses Vallées Angevines). Ces dix tronçons correspondent à des fonds des « *Basses Vallées* ».

Types / Caractéristiques	A – « Gorges et fonds très encaissés »	B – « Fonds intermédiaires »	C – « Basses vallées »
Pente	- Pente moyenne du fond (1,01° à 12,04°) -Pente moyenne des versants (6 à 10,93°) -Pente hydrographique (0,28 à 16,76 m/km)	-Pente moyenne du fond (0,05° à 5,85°) -Pente moyenne des versants (0,24 à 7,55°) -Pente hydrographique (0,07 à 15,5 m/km)	-Pente très faible (0,21° à 2,27°) -Pente moyenne des versants (1,10 à 4,05°) -Pente hydrographique (0,04 à 0,74 m/km)
Forme	Fonds encaissés	Caractéristiques morphologiques « moyennes » (classe intermédiaire majoritaire)	Fonds larges à plats
Répartition fond de vallée / versants	-Gorges : fonds de faible surface relative (9 à 25 %)  -Très encaissés : fonds de faible surface relative (plus de 25 %)		Fond de vallée très large (40,1 à 89,78 % du tronçon)
Localisation	Parties amont		Parties aval
Effectif (tronçons)	88	450	10
%	16,06	82,12	1,82

Tableau 6.2- Description des trois types de forme de fonds de vallées » isolés par la CAH.

#### - Classification des fonds en Gorges et très encaissés

Une nouvelle classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur le groupe (A) « Gorges et fonds très encaissés » (88 tronçons) dans le but de bien différencier les classes de fonds en gorges et très encaissés. La distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer trois classes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges », les « fonds très encaissés étroits », et les « fonds très encaissés larges » ( Tableau 6.3) :

- iv. La première classe (A1), renvoie à des fonds en pente forte (en gorges) présentant des pentes moyennes fortes des versants (8,07 à 10,93°), des fonds de vallées de faible surface relative (9 à 25 %), et une largeur du fond de vallée très étroites (moins de 400 m). Ces dix-huit tronçons correspondent à des fonds « *Gorges* ».
- v. La deuxième classe (A2), rassemble des fonds présentant des pentes moyennes fortes des versants (6 à 7,96°), des fonds de vallées de faible surface relative (26 à 41 %), et

une largeur du fond de vallée étroites (moins de 550 m). Ces cinquante-trois tronçons correspondent à des fonds « *étroits très encaissés* ».

- vi. La troisième classe (A3), renvoie à des fonds présentant des pentes moyennes fortes des versants (6 à 7,96 °), des fonds de vallées de forte surface relative (plus de 42%), et une largeur du fond de vallée larges. Ces dix-sept tronçons correspondent à des fonds « *larges très encaissés* ».

<i>Types de fonds</i>	<i>Fonds gorges</i>  (A1)	<i>Fonds étroits très encaissés</i>  (A2)	<i>Fonds larges encaissés</i>  (A3)
<i>Caractéristiques</i>	-Pente moyenne du fond (2,08° à 12,04°)  -Fonds de vallées de faible surface relative (9 à 25 %)  -Largeur du FV est moins de 380 m  - Pente moyenne des versants (8,07 à 10,93°)  -Pente hydrographique (0,38 à 16,76 m/km)	-Pente moyenne du fond (1,46° à 5,83°)  -Fonds de vallées de faible surface relative (26 à 41 %)  -Largeur du FV est moins de 545m  -Pente moyenne des versants (6 à 7,96°)  -Pente hydrographique (0,33 à 12,84 m/km)	-Pente moyenne du fond (1,01° à 6,79°)  -Fonds de vallées de forte surface relative (42 à 82 %)  -Largeur du FV est plus de 150m  -Pente moyenne des versants (6 à 7,96 °)  -Pente hydrographique (0,28 à 12,04 m/km)
<i>Effectifs</i>	18	53	17
<i>%</i>	3,28 %	9,67 %	3,1 %

Tableau 6.3- Description des trois types de forme de « fonds gorges et très encaissés » isolés par la CAH de fonds de vallées.

#### - Classification des fonds intermédiaires

La majorité des fonds dans le bassin versant de la Maine sont les fonds intermédiaires qui présentent 82 % du nombre des tronçons. Ces fonds ont des caractéristiques morphologiques moyennes. Une nouvelle ACP, appliquée sur ces tronçons et réalisée à partir de même variables. Puis une CAH est appliquée sur les quatre premiers axes de l'ACP qui permet de différencier sept classes. L'encaissement des tronçons constitue un premier facteur de différenciation entre des tronçons avec des versants bien marqués à peu marqués (indistincts), puis la largeur du fond de vallée qui permet d'isoler les tronçons larges et étroits. Les valeurs de pente et l'encaissement permettent déterminer des groupes principaux, et les variables de forme permettent de distinguer entre eux des groupes secondaires (Tableau 6.4) :

- viii. Le premier groupe (B1) : réunit 175 tronçons des fonds aux versants aux pentes fortes (3 à 5,85°), des fonds de vallées de faible surface relative (9 à 45 %) et une largeur du fond de vallée étroite (moins de 500 m) : ce sont des « *Fonds intermédiaires encaissés (fonds étroits)* ».
- ix. Le deuxième groupe (B2) : regroupe 38 tronçons représentant des pentes équivalentes au groupe (B1) mais qui se distinguent par une forme large (fond de vallée occupe de plus 45 % de la superficie des tronçons) et une largeur du fond de vallée de plus de 160 m : ce sont des « *Fonds intermédiaires encaissés (fonds larges)* ».
- x. Le troisième groupe (C1) : rassemble 100 tronçons des fonds aux versants aux pentes faibles (0,34 à 2,99°), des fonds de vallées de faible surface relative (17 à 48 %) et une largeur du fond de vallée étroite (moins de 355m). Ces fonds ne présentent aucune caractéristiques morphologiques particulières : ce sont des « *fonds intermédiaires (fonds étroits)* ».

- xi. Le quatrième groupe (C2) : réunit 54 tronçons représentant des pentes équivalentes au groupe (C1) mais qui se distinguent par une forme large (fond de vallée occupe de plus 48 % de la superficie des tronçons) et une largeur du fond de vallée de plus de 125 m : ce sont des « *Fonds intermédiaires (fonds larges)* ».
- xii. Le cinquième groupe (D), regroupe 14 tronçons de fonds aux versants aux pentes fortes (3,65 à 7,55°). Ces tronçons distinguent des cours d'eau très méandriforme (sinuosité 1,52 à 2,6), il s'agit de fonds très méandriformes comme le fond de vallée de la Vègre aval : ce sont des « *Fonds à méandres encaissés* ».
- xiii. Le sixième groupe (E1) : rassemble 44 tronçons, qui avec pentes très peu prononcées (0,25 à 2,22°) présentent des morphologies proches des basses vallées. Il s'agit des fonds peu différenciées par leurs zones environnantes et peu identifiables au sein du paysage environnant : ce sont des « *Fonds évasés faiblement marqués* ».
- xiv. Le septième groupe (E2) : réunit 25 tronçons aux pentes peu prononcées (0,5 à 3,92°) et des tronçons associés à des formes très évasées propres aux têtes de bassin versant et caractérisées par une faible incision (pente hydrographique faible) : ce sont des « *Fonds évasés des têtes de bassins* ».

Types de fonds	Fonds intermédiaire s encaissés (fonds étroits)	Fonds intermédiaire s encaissés (fonds larges)	Fonds intermédiaire s (fonds étroits)	Fonds intermédiaire s (fonds larges)	Fonds à méandres encaissés	Vallon évasé faiblement marqué	Vallon évasé des têtes de bassins
	(B1)	(B2)	(C1)	(C2)	(D)	(E1)	(E2)
Caractéristiques	-Pente moyenne du fond (0,74° à 5,85°)  - Fonds de vallées (9 à 45 %)  -Largeur du FV est moins de 500m  -Pente moyenne de versants (3 à 5,85°)  -Pente hydrographique (0,2 à 15,5 m/km)	-Pente moyenne du fond (0,44° à 3,45°)  - Fonds de vallées (45 à 81 %)  -largeur du FV est plus de 160m  - pente moyenne de versants (3 à 5,85°)  -Pente hydrographique (0,08 à 6,67 m/km)	-Pente moyenne du fond (0,25° à 2,35°)  - Fonds de vallées (17 à 48 %)  - largeur du FV est moins de 555m  -Pente moyenne de versants (0,34 à 2,99°)  -Pente hydrographique (0,11 à 7,46 m/km)	-Pente moyenne du fond (0,28° à 1,77°)  - Fonds de vallées (48 à 79 %)  - largeur du FV est plus de 125m  -Pente moyenne de versants (0,34 à 2,99°)  -Pente hydrographique (0,07 à 7,46 m/km)	-Pente moyenne du fond (2,52° à 5,62°)          -Pente moyenne de versants (3,65 à 7,55°)  -Pente hydrographique (0,68 à 1,77 m/km)	-Pentes faibles (0,22° à 1,68°) -Difficilement identifiables (faible forme en creux)          -Pente moyenne de versants (0,25 à 2,22°)  -Pente hydrographique (0,14 à 5,55 m/km)	-Pentes très faibles (0,47° à 3,26°)          -Pente moyenne de versants (0,5 à 3,92°)  -Pente hydrographique (0,19 à 4,29 m/km)
Effectifs	175	38	100	54	14	44	25
%	31,93 %	6,93%	18,25 %	9,85 %	2,55 %	8,03 %	4,56 %

Tableau 6.4- Description des sept types de forme de « fonds intermédiaires » isolés par la CAH de fonds de vallées.

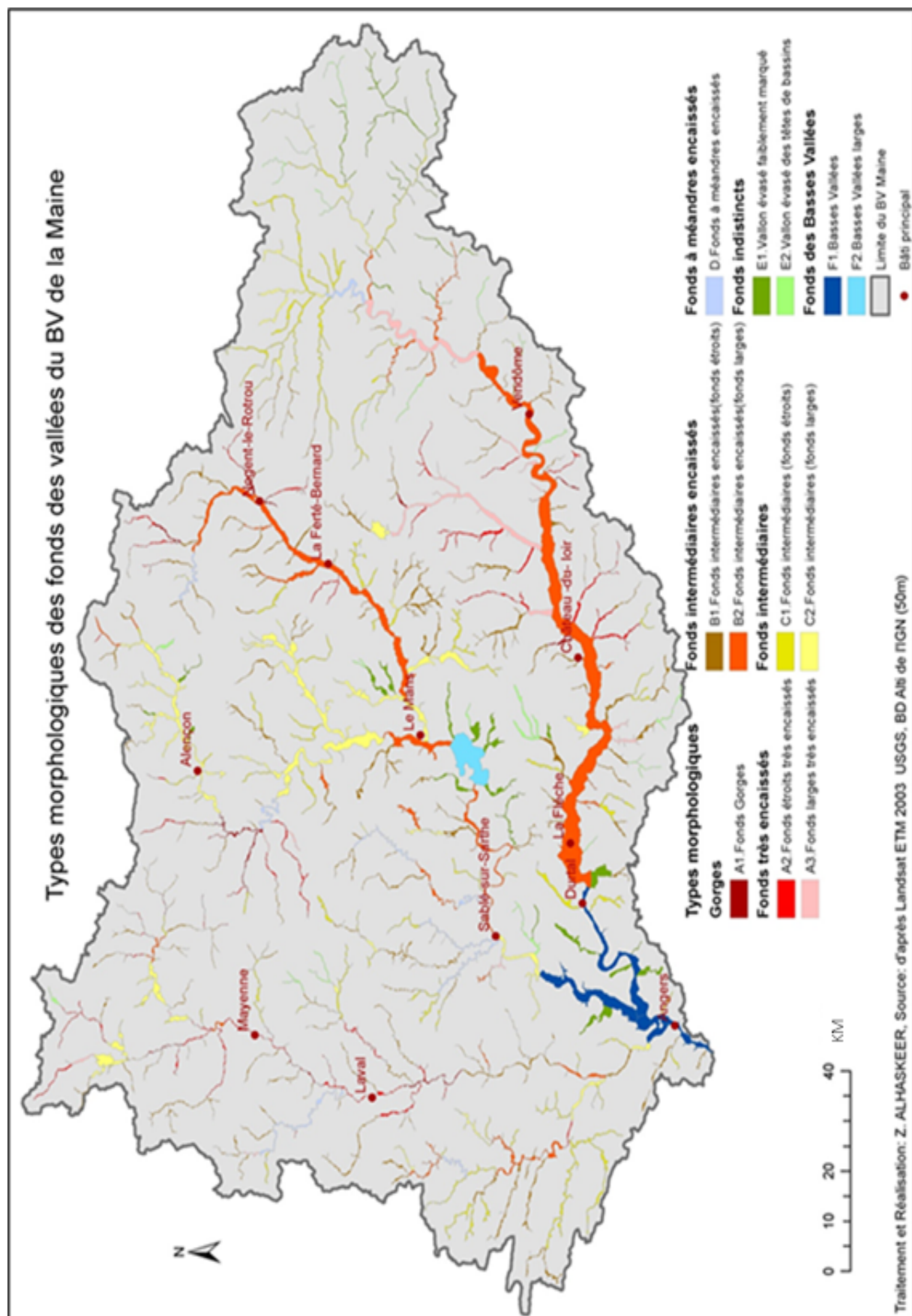


Figure 6.1- Typologie morphologique des fonds des vallées du bassin versant de la Maine en douze classes.

Types de Fonds	Effectif	%
A1- Fonds gorges	18	3,28
A2- Fonds étroits très encaissés	53	9,67
A3- Fonds larges encaissés	17	3,10
B1- Fonds intermédiaires encaissés (fonds étroits)	175	31,93
B2- Fonds intermédiaires encaissés (fonds larges)	38	6,93
C1- Fonds intermédiaires (fonds étroits)	100	18,25
C2- Fonds intermédiaires (fonds larges)	54	9,85
D- Fonds à méandres encaissés	14	2,55
E1- Vallon évasé faiblement marqué	44	8,03
E2-Vallon évasé des têtes de bassins	25	4,56
F1-Basses vallées	9	1,64
F2-Basses vallées larges	1	0,18

Tableau 6.5- Description des 12 types de forme de fonds de vallées (approche morphologique).

### 6.1.2. Approche d'occupation du sol

#### - Extraction de carte d'occupation du sol de fonds

Une carte d'occupation du sol (Figure 6.2) de fonds des vallées du bassin versant de la Maine a été extraite à partir de carte de la classification de la Maine en 2003 (échelle du bassin versant). Cette carte sera utilisée dans l'extraction d'indices paysagers. Nous avons retenu un certain nombre des indicateurs d'occupation du sol pour éclairer la distribution et l'organisation des classes d'occupation du sol. Cinq indicateurs d'occupation du sol ont été mesurés pour chacun des tronçons (Tableau 6.6).

Indices		Indicateurs
Type des indices		
Indice de diversité	Indices d'occupation du sol	Taux de boisement (TB) du fond
		Emprise urbaine (EU) du fond
		Ratio prairies permanentes/cultures (IPC) du fond
	Indices d'arrangement spatial	Dispersion des forêts (IDF) du fond
		Dispersion du bâti (IDB) du fond

Tableau 6.6- Liste des indicateurs d'occupation du sol.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) est effectuée sur l'ensemble des 5 variables collectées. Les résultats mettent en évidence quatre axes qui concentrent 81 % de l'information. L'axe 1 repose essentiellement sur des indicateurs de répartition des surfaces en cultures ou en prairies à l'intérieur des fonds (25%), il oppose des tronçons à vocation herbagère dominante à des tronçons cultivés, ainsi que sur les indicateurs de dispersion des forêts (21%) et du bâti (24%) qui opposent des tronçons herbagers avec un habitat dispersé présentant des boisements diffus à tronçons cultivés avec un habitat groupé présentant des boisements groupés. L'axe 2 pour lequel l'indicateur du taux de boisements contribue le plus (25%) oppose à des tronçons boisés à des tronçons peu boisés. L'axe 3 repose sur l'indicateur d'emprise urbaine (41%) mais aussi sur le contraste d'emprise urbaine (18%) avec leur zone environnante. Il différencie des tronçons très urbanisés qui forment des axes d'urbanisation et des tronçons ruraux isolés à habitat plutôt dispersé. Enfin, l'axe 4 repose sur l'indicateur du ratio prairies/cultures (37%). Il revoie à distinction des tronçons bocagers affichant un contraste forte avec le milieu environnant.

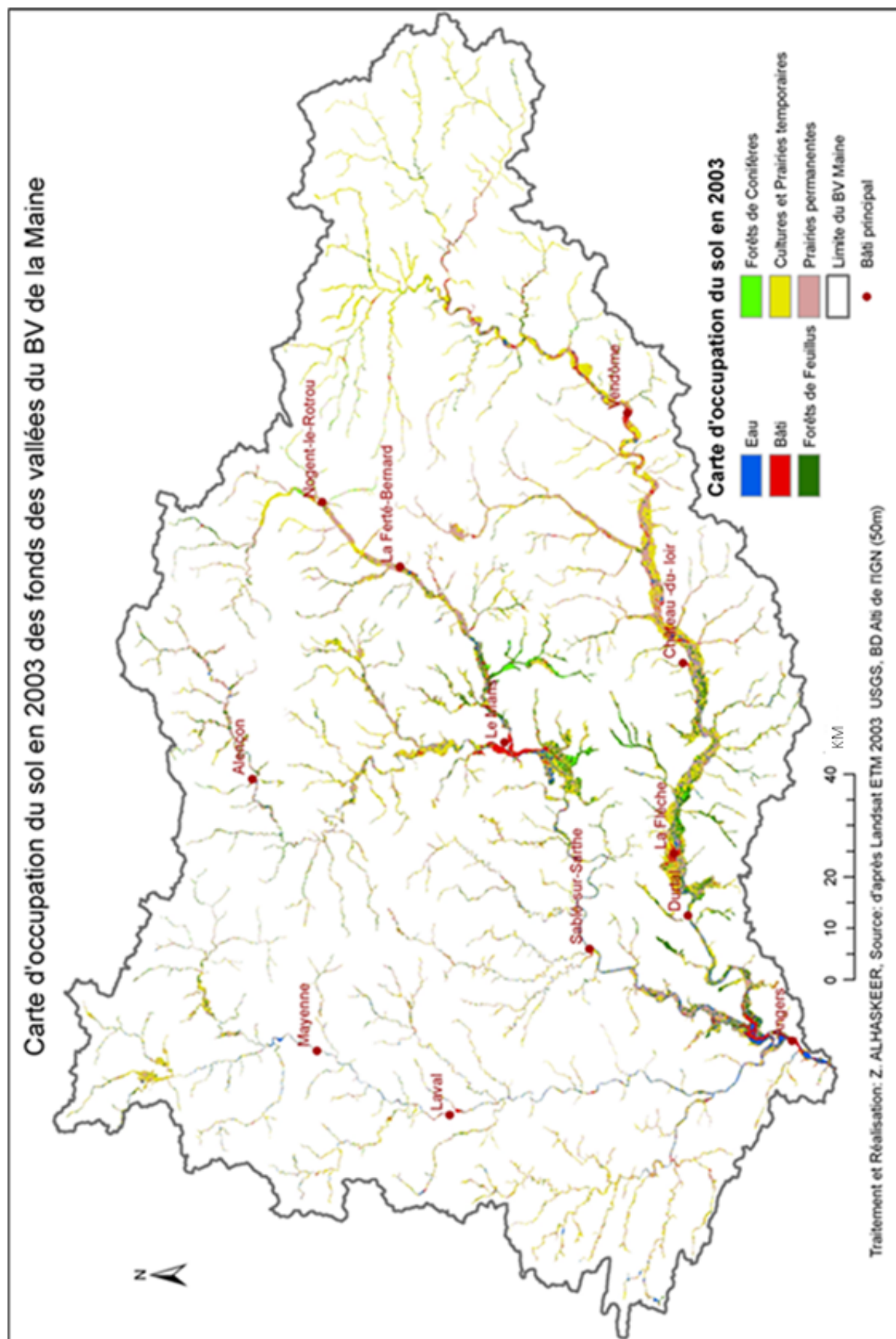


Figure 6.2- Carte d'occupation du sol en 2003 des fonds des vallées du BV de la Maine.



Le dendrogramme issu de la CAH menée sur ces axes montre plusieurs facteurs de distinction : les tronçons herbagers sont isolés des fonds présentant des paysages moins boisés (tronçons herbagers à boisés), puis c'est la densité de bâti qui intervient pour distinguer des tronçons ruraux des tronçons urbanisés, enfin, les tronçons herbagers sont isolés de tronçons cultivés.

Huit classes ont été dégagées par la CAH. La classification repose sur les trois facteurs principaux :

- Un gradient de boisement ;
- Un gradient urbain-rural ;
- Un gradient prairies-cultures

Le taux de boisement permet de différencier des tronçons boisés avec des grandes ententes forestières (Tableau 6.7- 7) et avec des surfaces cultivées. Les tronçons boisés à herbagers sont caractérisés par la présence l'étendues forestières avec des surfaces en prairies (tableau 6.7- 3). Les tronçons urbains sont caractérisés par les fortes densités de surfaces urbaines et la forte concentration de l'habitat (Tableau 6.7- 1 et 2). Les tronçons herbagers se démarquent par la présence de prairies permanentes (Tableau 6.7- 8). La présence de prairies avec l'arbre révèle des tronçons bocagers ruraux (Tableau 6.7- 3). Enfin, les tronçons cultivés sont dominés par les surfaces cultivées (Tableau 6.7- 5).

La méthode de réalisation une typologie des paysages de fonds en fonction des motifs d'occupation du sol permet de classer l'ensemble des tronçons. Elle permet mettre en évidence l'intérêt de l'approche d'occupation du sol pour caractériser des tronçons. Le résultat de la typologie (Figure 6.4) met en évidence une nouvelle fois l'intérêt des images Landsat 7 pour analyser les vallées malgré que leur résolution faible (30 m).

Types	Caractéristiques	Effectif	%
1. Fonds urbanisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bâti dominant et très dense</li> <li>- Peu boisé groupé</li> <li>- Herbager plus culture</li> </ul>	2	0,36
2. Fonds périurbains	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bâti dense</li> <li>- Boisé, bois denses</li> <li>- prairie</li> </ul>	15	2,74
3. Fonds bocagers urbanisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vocation herbagère</li> <li>- Boisé</li> <li>- Urbanisé</li> </ul>	16	2,92
4. Fonds bocagers ruraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vocation herbagère</li> <li>- Bois dispersé</li> <li>- Bâti dispersé rural</li> </ul>	156	28,47
5. Fonds cultivés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très cultivé (openfield)</li> <li>- rural</li> </ul>	151	27,55
6. Fonds boisés à herbagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bois assez denses</li> <li>- Bâti assez groupé</li> <li>- Vocation herbagère</li> </ul>	31	5,66
7. Fonds boisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bois denses</li> <li>- Bâti groupé</li> <li>- Espaces cultivés</li> <li>- Peu herbager</li> </ul>	73	13,32
8. Fonds herbagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vocation herbagère forte</li> <li>- Peu boisé</li> </ul>	104	18,98
Total		548	100,00

Tableau 6.7- Description des huit types de motifs d'occupation du sol 2003 dégagés par la CAH de tronçons de fonds de vallées.

- Une combinaison des résultats de l'approche morphologique et de l'occupation du sol

Une combinaison des résultats de l'approche morphologique et l'approche de l'occupation du sol est réalisée. L'approche morphologique compose de 11 types sont reportés en abscisse, et l'approche de l'occupation du sol compose de 8 types sont reportés en ordonnées. Des 88 associations possibles de ce croisement. Des simplifications sont apportées pour réduire le nombre de sous-types de 44 à 23 en supprimant le critère de la largeur du fond de vallée des classes de l'approche morphologique et en regroupant les classes de l'occupation du sol proches (Figure 6.3).

- Les types morphologiques remarquables, gorges et les basses vallées montrent une faible dispersion. Les fonds en gorges sont boisés à bocagers (Figure 6.3 – A1). Les basses vallées ont une vocation herbagères bocagères (Figure 6.3 – F1.2) sauf dans les sections en aval des basses vallées où elles sont urbanisées comme Angers (Figure 6.1 – F1.1). Les fonds très encaissés souvent sont boisés à bocagers (Figure 6.3 – A3, A5).
- Les fonds intermédiaires communs présentent les motifs d'occupation du sol les plus complexes et mixtes. Il s'agit de fonds plutôt ruraux, moins cultivés et assez à vocation herbagère. On distingue aussi des tronçons boisés à bocagers (Figure 6.3 – C2, C4, C5), des tronçons apparaissant comme des fonds urbanisés ou périurbains (Figure 6.3 – B1, C1) et des tronçons apparaissant comme des fonds cultivés, en particulière, dans l'Est du bassin versant de la Maine (Figure 6.3 – B3, C3).
- Les fonds à méandres encaissés sont boisés à bocagers (Figure 6.3 – D). Enfin, deux types de fonds aux formes « indistincts » se distinguent selon qu'ils soient boisés à bocagères (Figure 6.3 – E1.1, E2.1) ou cultivées (Figure 6.3 – E1.2, E2.2).

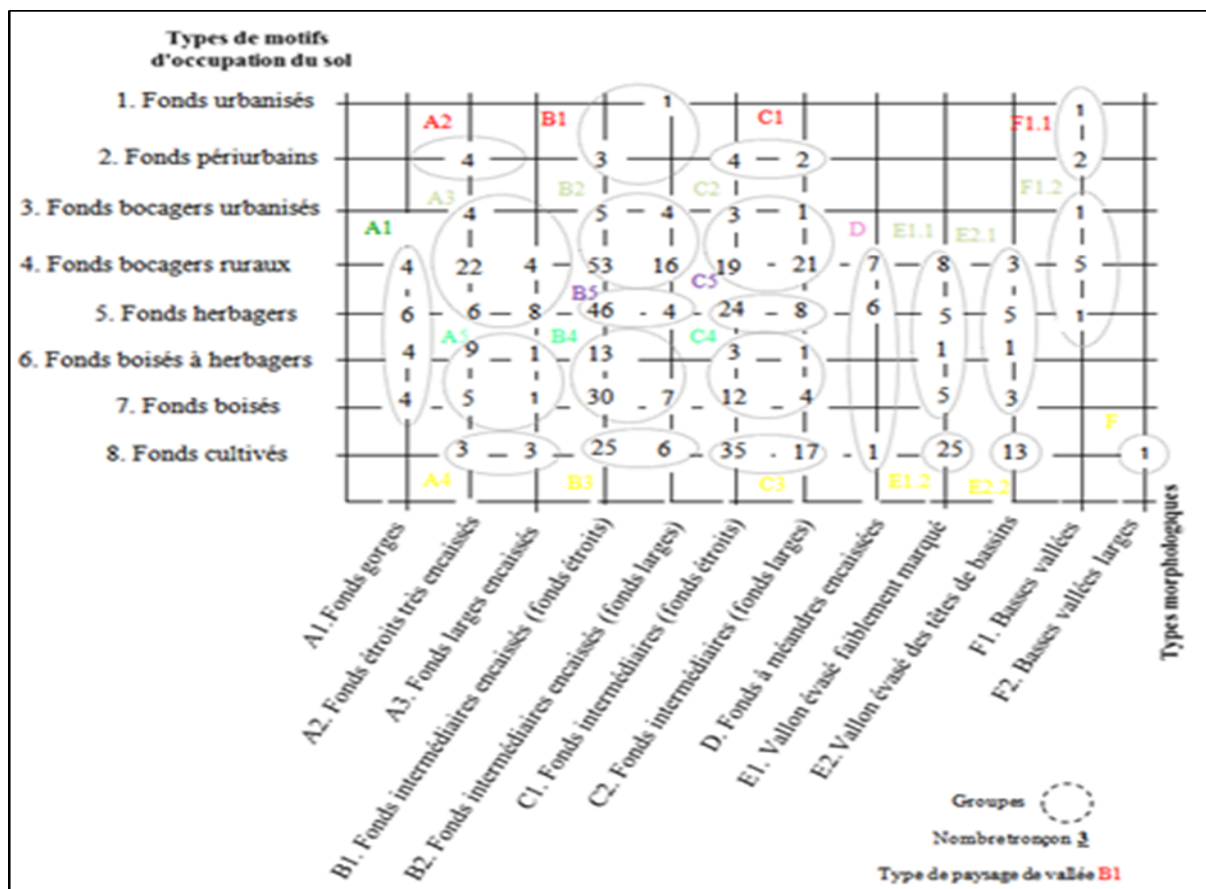


Figure 6.3- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers des fonds de vallées.

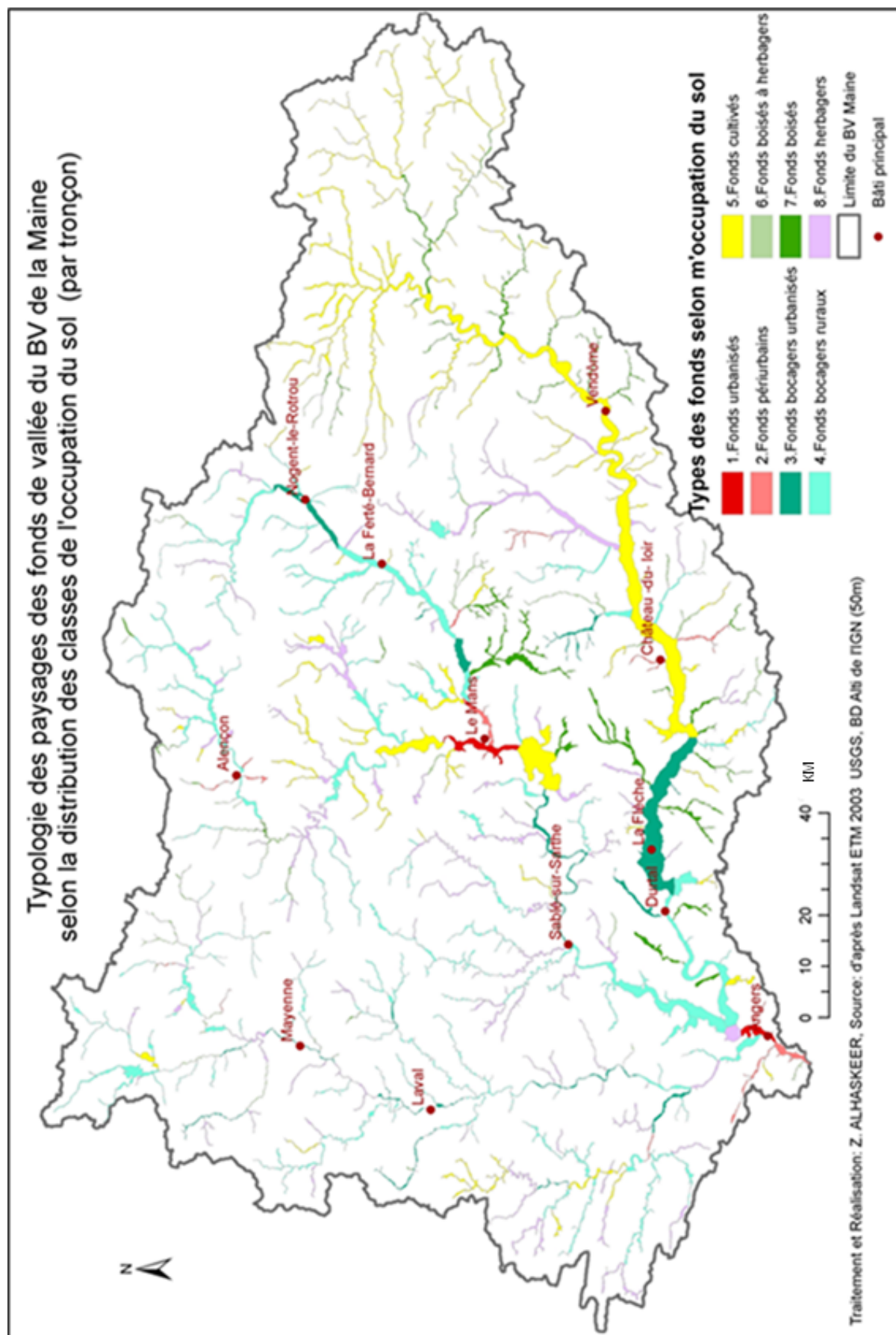


Figure 6.4- Types des paysages des fonds selon l'occupation du sol.

<i>Types principales</i>	<i>Sous-type</i>	<i>Type</i>	<i>Effectif</i>	<i>%</i>
<i>Gorges et Fonds très encaissés</i>	Gorges	A1.Fonds Gorges boisés à bocagers	18	3,28
		A2.Fonds très encaissés urbanisés	4	0,73
	Fonds très encaissés	A3.Fonds très encaissés bocagers	34	6,20
		A4.Fonds très encaissés cultivés	16	2,92
		A5.Fonds très encaissés boisés	16	2,92
	Fonds intermédiaires encaissés	B1.Fonds intermédiaires encaissés urbanisés	4	0,73
		B2.Fonds intermédiaires encaissés bocagers	75	13,69
		B3.Fonds intermédiaires encaissés cultivés	40	7,30
		B4.Fonds intermédiaires encaissés boisés	49	8,94
		B5.Fonds intermédiaires encaissés herbagers	45	8,21
	Fonds intermédiaires	C1.Fonds intermédiaires urbanisés	6	1,09
		C2.Fonds intermédiaires bocagers	43	7,85
		C3.Fonds intermédiaires cultivés	53	9,67
		C4.Fonds intermédiaires boisés	21	3,83
		C5.Fonds intermédiaires herbagers	31	5,66
<i>Fonds intermédiaires</i>	Fonds encaissés à méandres	D. Fonds à méandres encaissés bocagers	14	2,55
		E1.1.Vallon évasé faiblement marqué boisé à bocager	19	3,47
	Fonds indistincts	E1.2.Vallon évasé faiblement marqué cultivé	25	4,56
		E2.1.Vallon évasé des têtes de bassins boisé à bocager	12	2,19
		E2.2.Vallon évasé des têtes de bassins cultivé	13	2,37
		F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
		F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
		F2.1.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
	<i>Basses Vallées</i>			
<i>Total</i>		23 types de paysages	548	100,00

Tableau 6.8- Liste des 23 types de paysages des fonds de vallées.

Les cartes de la typologie des fonds de vallées en 2003 de sous bassins versants de la Maine (Niveau II) sont présentées en annexe N°10.

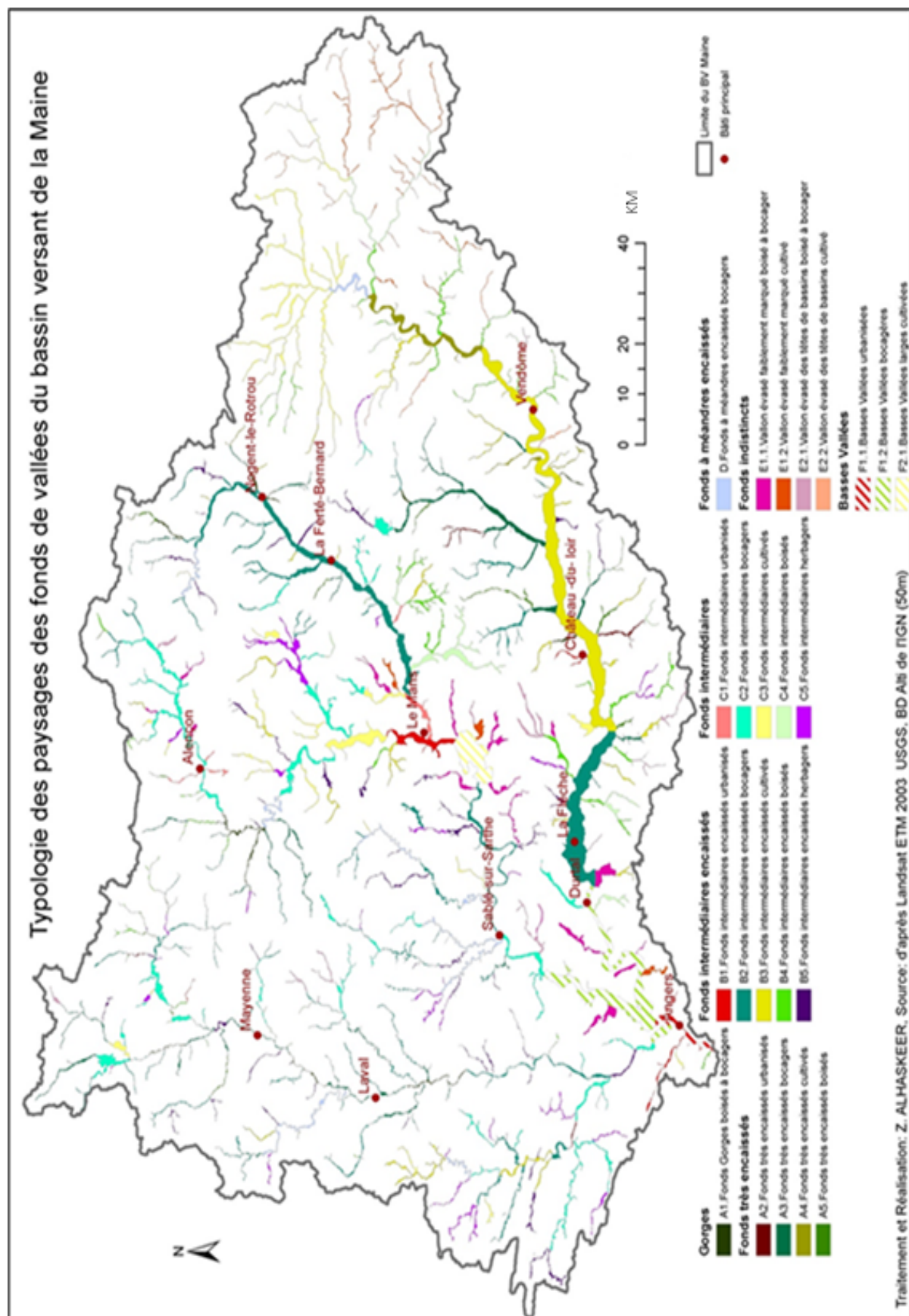


Figure 6.5- Typologie des fonds de vallées du bassin versant de la Maine.

## 6.2. Typologie des versants de vallées

### 6.2.1. Approche morphologique

- Les variables de classification retenues

Nous avons retenu un certain nombre des indices morphométriques pour éclairer la forme des versants. Trois variables morphométriques ont été mesurées pour chacun des tronçons (Tableau 6.9).

Variable/unité		Versants (FV)
Indices de forme		Pente moyenne de versant
		Largeur moyenne du versant
		Part de la surface occupée par le versant

Tableau 6.9- Les variables morphologiques utilisées.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur les trois premiers axes (79 % de l'information totale) dans le but de différencier de grandes classes de versants. La distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer deux classes extrêmes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges » et les « Basses Vallées », et permet de rassembler la majorité des tronçons au sein de classe centrale regroupant 77 % des tronçons (Tableau 6.10) :

- Le premier groupe (A) renvoie à des versants très raides présentant des pentes moyennes fortes (6 à 12°) et des versants de forte surface relative (plus 50 %) pour les gorges. Ces 115 tronçons correspondent à des versants « *Gorges et versants très pentus* ».
- Le deuxième groupe (B), rassemble des tronçons aux caractéristiques morphologiques « intermédiaires » qui regroupent la majorité des tronçons (77 % du nombre des tronçons des versants du bassin de la Maine).
- Le troisième groupe (C) regroupe des tronçons aux versants en pente faible (1,1 à 4°). Ces versants sont étroits (40 à 90 % du tronçon en fond de vallée) situés dans la parties aval (Basses Vallées Angevines). Ces dix tronçons correspondent à des versants des « Basses Vallées ».

Types / Caractéristiques	A – « Gorges et versants très pentus »	B – « Versants intermédiaires »	C – « Basses vallées »
Pente	-Pente de versants forte (6 à 11,22°)	-Pente de versants moyenne (0,24 à 5,47°)	-Pente de versants faible (1,1 à 3,76°)
Répartition versant /fonds de vallées	Gorges : versants larges (plus 50 %) Très pentus: versants étroits (20 à 50 %) à larges (plus 50 %)	Caractéristiques morphologiques « moyennes » (classe intermédiaire majoritaire)	Versants de vallée étroits (10 à 39% du tronçon)
Localisation	Parties amont		Parties aval
Effectif (tronçons)	115	423	10
%	20,99	77,19	1,82

Tableau 6.10- Description des trois types de forme de versants de vallées isolés par la CAH.



Une nouvelle classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée sur le groupe (A) « Gorges et versants très pentus » (115 tronçons) dans le but de bien différencier de classes de versants en gorges et très pentus. La distribution des valeurs des barycentres conduit à distinguer trois classes regroupant des tronçons aux formes remarquables, les « Gorges », les « versants très pentus étroits », et les « versants très pentus larges » (Tableau 6.11) :

- i. La première classe (A1), renvoie à des versants en pente forte (en gorges) présentant des pentes moyennes fortes des versants (7 à 12°), des versants de forte surface relative (plus 50 %) et une largeur des versants de vallée large (de 200 à 900 m). Ces trente-huit tronçons correspondent à des versants de « *Gorges* ».
- ii. La deuxième classe (A2), rassemble des versants en pente moyenne forte (5,7 à 6,6°), des versants de vallées de moyenne surface relative (20 à 50 %) et une largeur étroite des versants (moins de 775 m). Ces six tronçons correspondent à des versants « *étroits très pentus* ».
- iii. La troisième classe (A3), renvoie à des versants en pente moyenne forte (5,7 à 6,6°), des versants de forte surface relative (plus de 50 %) et une largeur large des versants (plus de 130m). Ces soixante-onze tronçons correspondent à des versants « *larges très pentus* ».

<i>Types de versants</i>	<i>Versants très raides (Gorges) (A1)</i>	<i>Versants très pentus étroits (A2)</i>	<i>Versants très pentus larges (A3)</i>
<i>Caractéristiques</i>	-Pente de versants très forte (7 à 11,22°) -Versants de vallées (50 à 81 %) -Largeur de versants V est de 218 m à 870 m	-Pente de versants forte (5,7 à 6,6°) - Versants de vallées (20 à 50 %) - Largeur de versants V est de 240 m à 775 m	-Pente de versants forte (5,7 à 6,6°) - Versants de vallées (plus de 50 %) - Largeur de versants V est de 130 m à 850 m
<i>Effectifs</i>	38	6	71
<i>%</i>	6,93 %	1,06 %	12,96 %

Tableau 6.11- Description des trois types de forme de « versants de gorges et très pentus » isolés par la CAH de versants de vallées.

#### - Classification des versants intermédiaires

La majorité des versants dans le bassin versant de la Maine sont les versants intermédiaires qui présentent 77% du nombre des tronçons. Une CAH est appliquée sur le groupe « B » qui permet de différencier cinq classes. L'encaissement des tronçons constitue un premier facteur de différenciation entre des tronçons avec des versants plus ou moins hauts, bien marqués à peu marqués, puis la part de surface occupée par les versants de vallées qui permet isoler les tronçons larges et étroits (Tableau 6.12) :

- i. Le premier groupe (B1) : réunit 15 tronçons des vallées aux versants aux pentes fortes (3 à 5,25°), des versants de vallées de faible surface relative (19 à 45 %) et une largeur

- des versants étroite (moins de 1350 m) : ce sont des «*Versants moyennement pentus étroits (versants étroits)*».
- ii. Le deuxième groupe (B2) : regroupe 185 tronçons représentant des pentes des versants équivalentes au groupe (B1) mais qui se distinguent par leur ampleur une (versants occupent de plus 45 % de la superficie des tronçons) avec une largeur des versants importante (moins de 1130 m) : ce sont des «*Versants moyennement pentus, larges*».
  - iii. Le troisième groupe (C1) : rassemble 34 tronçons aux versants aux pentes faibles (0,75 à 3°), une ampleur réduite (21 à 45 %) avec une largeur des versants étroits (moins de 1100 m) : ce sont des «*Versants peu pentus étroits*».
  - iv. Le quatrième groupe (C2) : réunit 120 tronçons représentant des pentes des versants équivalentes au groupe (C1) mais qui se distinguent par une part large des versants (versants occupent de plus 45 % de la superficie des tronçons) (moins de 1160 m) : ce sont des «*Versants peu pentus larges*».
  - v. Le sixième groupe (D) : rassemble 69 tronçons, qui avec pentes des versants peu prononcées (0,2 à 3°) présentent des morphologies proches des vallées indistinctes: ce sont des «*Versants faibles formes en creux (indistincts)*».

<i>Types de versants</i>	<i>Versants moyennement pentus étroits</i>	<i>Versants moyennement pentus larges</i>	<i>Versants peu pentus étroits</i>	<i>Versants peu pentus larges</i>	<i>Versants faibles formes en creux (indistincts)</i>
	<i>(B1)</i>	<i>(B2)</i>	<i>(C1)</i>	<i>(C2)</i>	<i>(D)</i>
<i>Caractéristiques</i>	- Pente de versants (3,34 à 5,21°) - Versants de vallée V (19 à 45 %)  -Largeur de versants V est moins de 1350 m	- Pente de versants (3,34 à 5,21°) -Versants de vallée V (45 à 91 %)  -Largeur des versants V est moins de 1130 m	-Pente de versants (0,75 à 2,98°) -Versant de vallée V (21 à 45 %)  -Largeur des versants V est moins de 1100 m	-Pente de versants (0,75 à 2,98°) -Versant de vallée V (45,87 à 82,77 %)  -Largeur des versants V est moins de 1160 m	-Pente de versants (0,24 à 2,92°)
<i>Effectifs</i>	15	185	34	120	69
<i>%</i>	2,74	33,76	6,20	21,90	12,59

Tableau 6.12- Description des cinq types de forme de «versants intermédiaires» isolés par la CAH de versants de vallées.

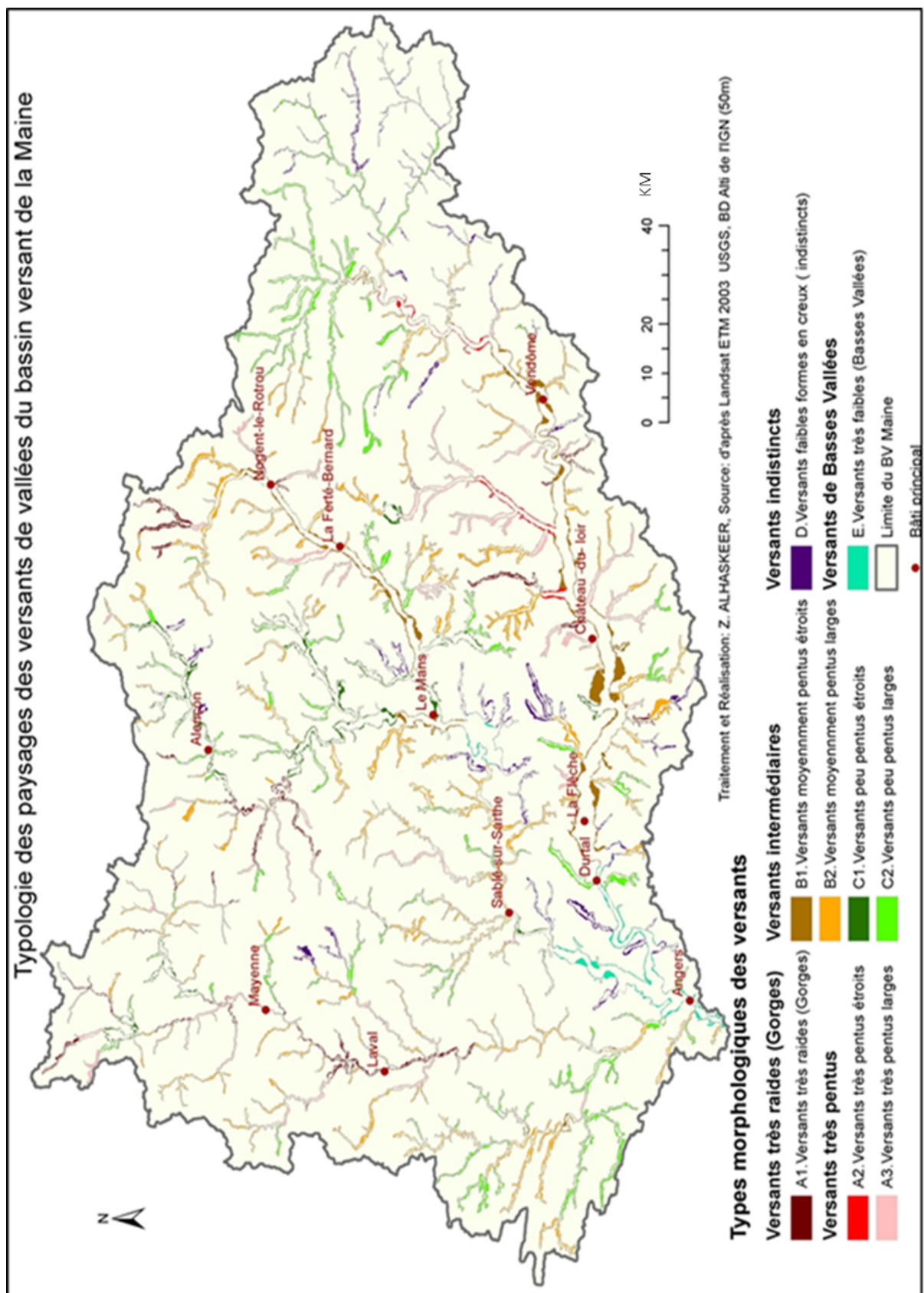


Figure 6.6- Typologie morphologique des versants des vallées du bassin versant de la Maine en neuf classes.

<i>Types de Versants</i>	<i>Effectif</i>	<i>%</i>
A1. Versants très raides (Gorges)	38	6,93
A2. Versants très pentus étroits	6	1,09
A3. Versants très pentus larges	71	12,96
B1. Versants moyennement pentus étroits	15	2,74
B2. Versants moyennement pentus larges	185	33,76
C1. Versants peu pentus étroits	34	6,20
C2. Versants peu pentus larges	120	21,90
D. Versants faibles formes en creux (indistincts)	69	12,59
E. Versants très faibles (Basses Vallées)	10	1,82

Tableau 6.13- Description des 9 types de forme des versants de vallées (approche morphologique).

## 6.2.2. Approche d'occupation du sol

Une carte d'occupation du sol (Figure 6.7) de versants des vallées du bassin versant de la Maine a été extraite à partir de carte de la classification de la Maine en 2003 (échelle du bassin versant). Nous avons retenu un certain nombre des indicateurs d'occupation du sol pour éclairer la distribution et l'organisation des classes d'occupation du sol. Cinq indicateurs d'occupation du sol ont été mesurés pour chacun des tronçons (Tableau 6.14).

Indices		
Type des indices		Indicateurs
Indice de diversité	Indices d'occupation du sol	Taux de boisement (TB) du versant
		Emprise urbaine (EU) du versant
		Ratio prairies/cultures (IPC) du versant
	Indices d'arrangement spatial	Dispersion des forêts (IDF) du versant
		Dispersion du bâti (IDB) du versant

Tableau 6.14- Liste des indicateurs d'occupation du sol.

Une analyse factorielle des correspondances (AFC) est effectuée sur l'ensemble des 5 variables collectées (Tableau 6.15). Puis, une CAH menée sur les axes de l'ACP montre plusieurs facteurs de distinction : les tronçons herbagers sont isolés des versants présentant des paysages moins boisés (tronçons herbagers à boisés), puis c'est la densité de bâti qui intervient pour distinguer des tronçons ruraux de tronçons urbanisés, enfin, les tronçons herbagers sont isolés de tronçons cultivés.

Huit classes ont été dégagées par la CAH. La classification repose sur les trois facteurs principaux :

- Un gradient de boisement ;
- Un gradient urbain-rural ;
- Un gradient prairies-cultures

Le taux de boisement permet de différencier

- des tronçons boisés avec des grandes ententes forestières (Tableau 6.15- 7) et des surfaces cultivées.
- Les tronçons caractérisés par les étendues forestières et des surfaces en prairies (Tableau 6.15- 3).
- Les tronçons urbains caractérisés par des surfaces construites et une forte concentration de l'habitat (Tableau 6.15- 1 et 2).

Les tronçons herbagers se démarquent par la présence de prairies permanentes (Tableau 6.15-8). La présence d'arbres révèle des tronçons bocagers ruraux (Tableau 6.15-3). Enfin, les tronçons cultivés sont dominés par les surfaces labourées (Tableau 6.15-5).

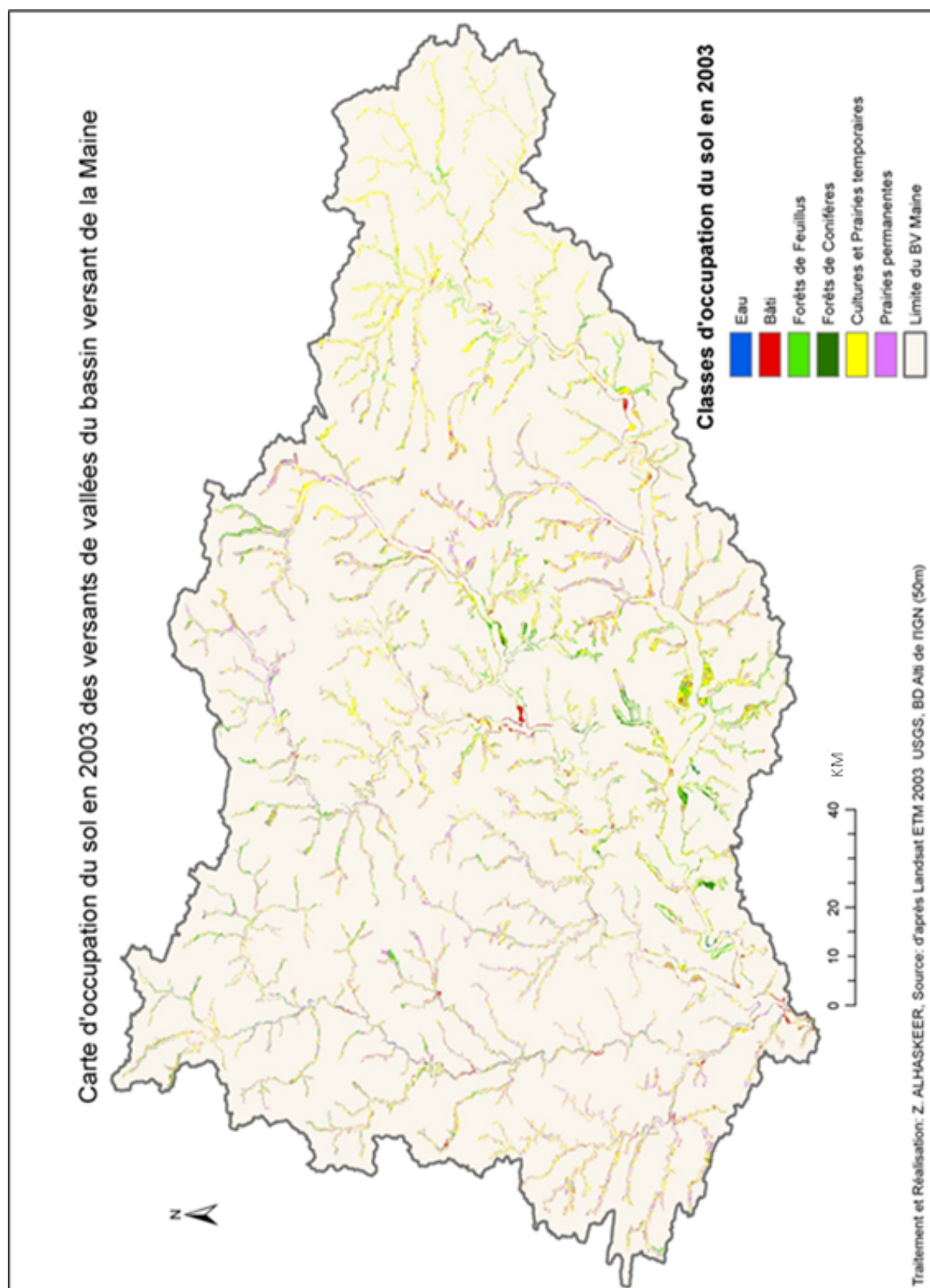


Figure 6.7- Carte d'occupation du sol en 2003 des versants des vallées du BV de la Maine.

Types	Caractéristiques	Effectif	%
1. Versants urbanisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bâti dominant et très dense</li> <li>– Peu bois dispersé</li> <li>– Herbager plus culture</li> </ul>	2	0,36
2. Versants périurbains	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bâti dense</li> <li>– Boisés, bois massifs</li> <li>– Espaces cultivés plus herbager</li> </ul>	15	2,74
3. Versants bocagers urbanisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vocation herbagère forte</li> <li>– Boisé</li> <li>– Urbanisé</li> </ul>	11	2,01
4. Versants bocagers ruraux	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vocation herbagère</li> <li>– Bois dispersé</li> <li>– Bâti dispersé rural</li> </ul>	142	25,91
5. Versants cultivés	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Très cultivé (openfield)</li> <li>– rural</li> </ul>	181	33,03
6. Versants boisés à herbagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bois assez dense</li> <li>– Bâti assez groupé</li> <li>– Vocation herbagère</li> </ul>	53	9,67
7. Versants boisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bois dense</li> <li>– Bâti groupé</li> <li>– Espaces cultivés</li> <li>– Peu herbager</li> </ul>	75	13,69
8. Versants herbagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vocation herbagère forte</li> <li>– Peu boisé</li> <li>– rural</li> </ul>	69	12,59

*Tableau 6.15- Description des huit types de motifs d'occupation du sol 2003 dégagés par la CAH de tronçons de versants de vallées.*

Comme pour les autres unités, une combinaison des résultats de l'approche morphologique et l'approche de l'occupation du sol est réalisé.

L'approche morphologique compose de 9 types sont reportés en abscisse, et l'approche de l'occupation du sol compose de 8 types sont reportés en ordonnées. 72 associations possibles résultent de ce croisement. Des simplifications sont apportées pour réduire le nombre de sous-types de 36 à 22 en supprimant le critère de la largeur du versant de vallée des classes de l'approche morphologique et en regroupant les classes de l'occupation du sol proches (Figure 6.9).

- Les types morphologiques remarquables, gorges et les basses vallées montrent une faible dispersion. Les versants en gorges sont boisés à bocagers (Figure 6.9 – A2) avec un tronçon urbanisé (Figure 6.9 – A1). Les basses vallées ont des versants avec une vocation herbagère à boisée (Figure 6.9 – F.2) sauf dans les sections en aval des basses vallées où elles sont urbanisées comme Angers (Figure 6.9 – F.1). Les versants très pentus sont boisés à bocagers (Figure 6.9 – B2, B4 et B5), mais aussi parfois cultivés (Figure 6.9 – B3). Quatre tronçons des versants très pentus sont urbanisés (Figure 6.9 – B1).
- Les versants intermédiaires communs présentent les motifs d'occupation du sol les plus complexes. Il s'agit de versants plutôt ruraux, cultivés ou à vocation herbagère. On distingue aussi des tronçons boisés à bocagers (Figure 6.9 – C2, C4, C5), des tronçons apparaissant comme urbanisés ou périurbains (Figure 6.9 – C1, D1) et des tronçons apparaissant comme cultivés, en particulière, dans l'Est du bassin versant de la Maine (Figure 6.9 – C3, D3). Enfin, deux types de versants aux formes « indistincts » se distinguent selon qu'ils sont boisés à bocagers (Figure 6.9 – E.1, E.2) ou cultivés (Figure 6.9 – E.3).



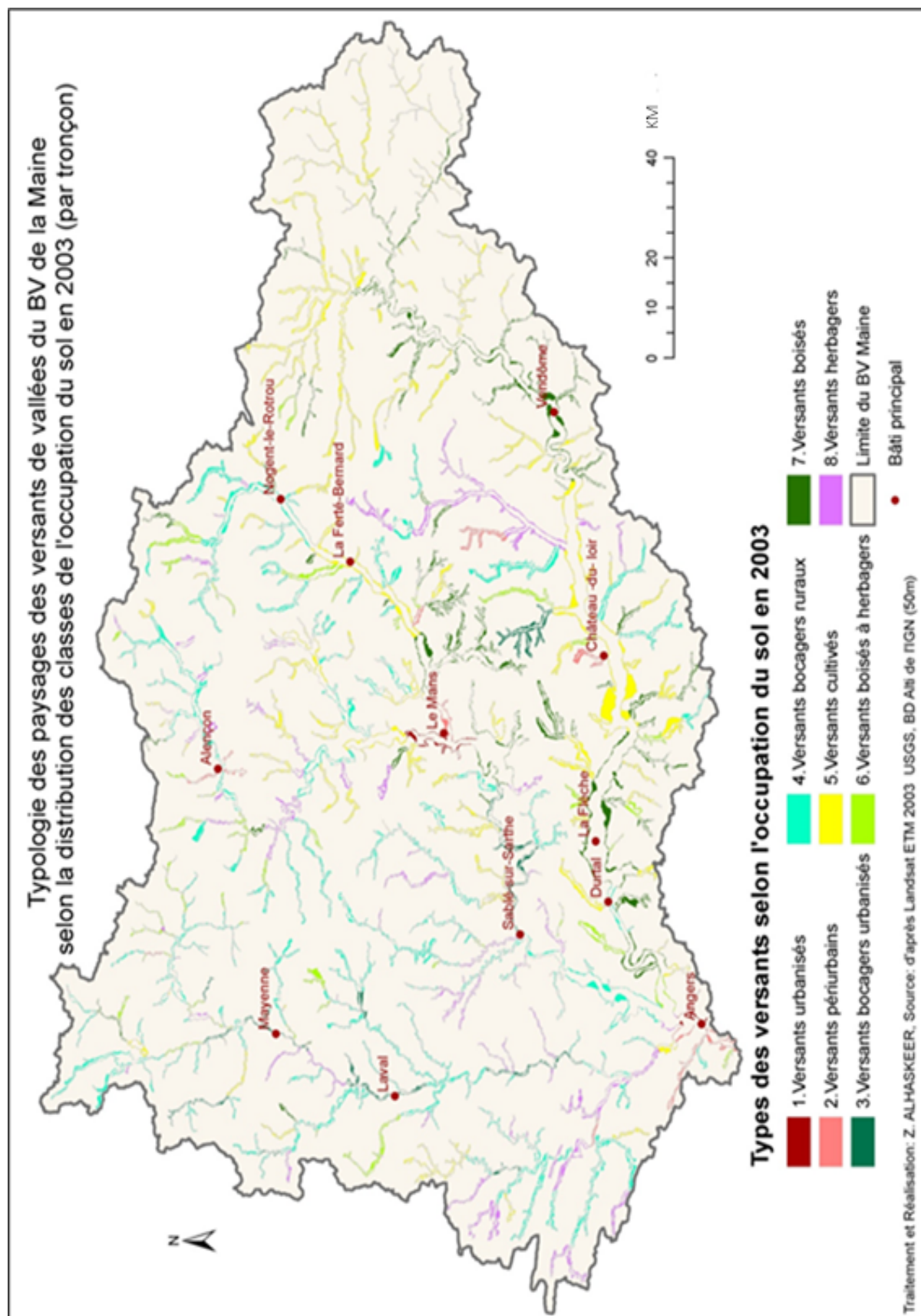


Figure 6.8- Types des paysages des versants selon l'occupation du sol en 2003.

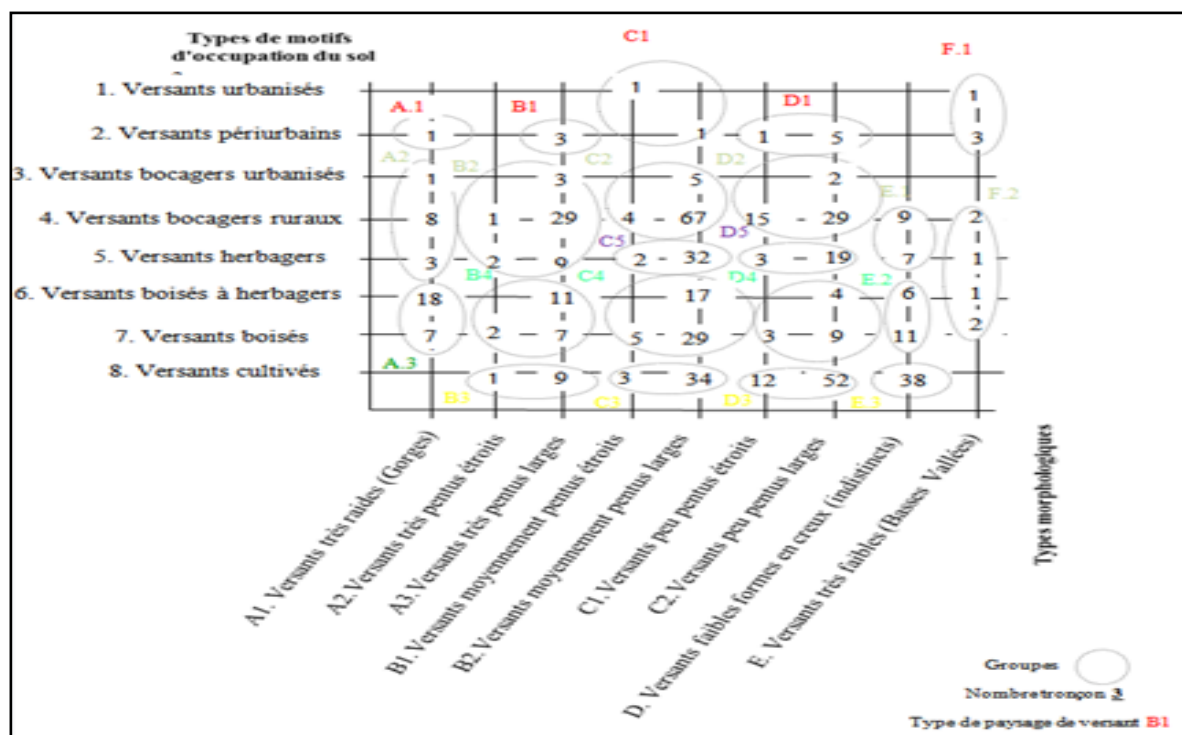


Figure 6.9- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers des versants de vallées.

Types principales	Sous-type	Type	Effectif	%
Gorges et Versants très pentus	Gorges	A.1. Versants très raides (Gorges) urbanisés	1	0,18
		A.2. Versants très raides (Gorges) bocagers	12	2,19
		A.3. Versants très raides (Gorges) boisés	25	4,56
	Versants très pentus	B.1. Versants très pentus urbanisés	4	0,73
		B.2. Versants très pentus bocagers	33	6,02
		B.3. Versants très pentus cultivés	19	3,47
		B.4. Versants très pentus boisés	21	3,83
	Versants moyennement pentus	C.1. Versants moyennement pentus urbanisés	2	0,36
		C.2. Versants moyennement pentus bocagers	68	12,41
		C.3. Versants moyennement pentus cultivés	50	9,12
		C.4. Versants moyennement pentus boisés	50	9,12
		C.5. Versants moyennement pentus herbagers	30	5,47
Versants intermédiaires Basses Vallées	Versants peu pentus	D.1. Versants peu pentus urbanisés	6	1,09
		D.2. Versants peu pentus bocagers	42	7,66
		D.3. Versants peu pentus cultivés	68	12,41
		D.4. Versants peu pentus boisés	16	2,92
		D.5. Versants peu pentus herbagers	22	4,01
	Versants faibles formes en creux (indistincts)	E.1. Versants faibles formes en creux (indistincts) bocagers	13	2,37
		E.2. Versants faibles formes en creux (indistincts) cultivés	41	7,48
		E.3. Versants faibles formes en creux (indistincts) boisés	15	2,74
		F.1. Versants très faibles (Basses Vallées) urbanisés	4	0,73
		F.2. Versants très faibles (Basses Vallées) bocagers à boisés	6	1,09
Total		22 Types de paysages	548	100,00

Tableau 6.16- Liste des 22 types de paysages des versants de vallées.

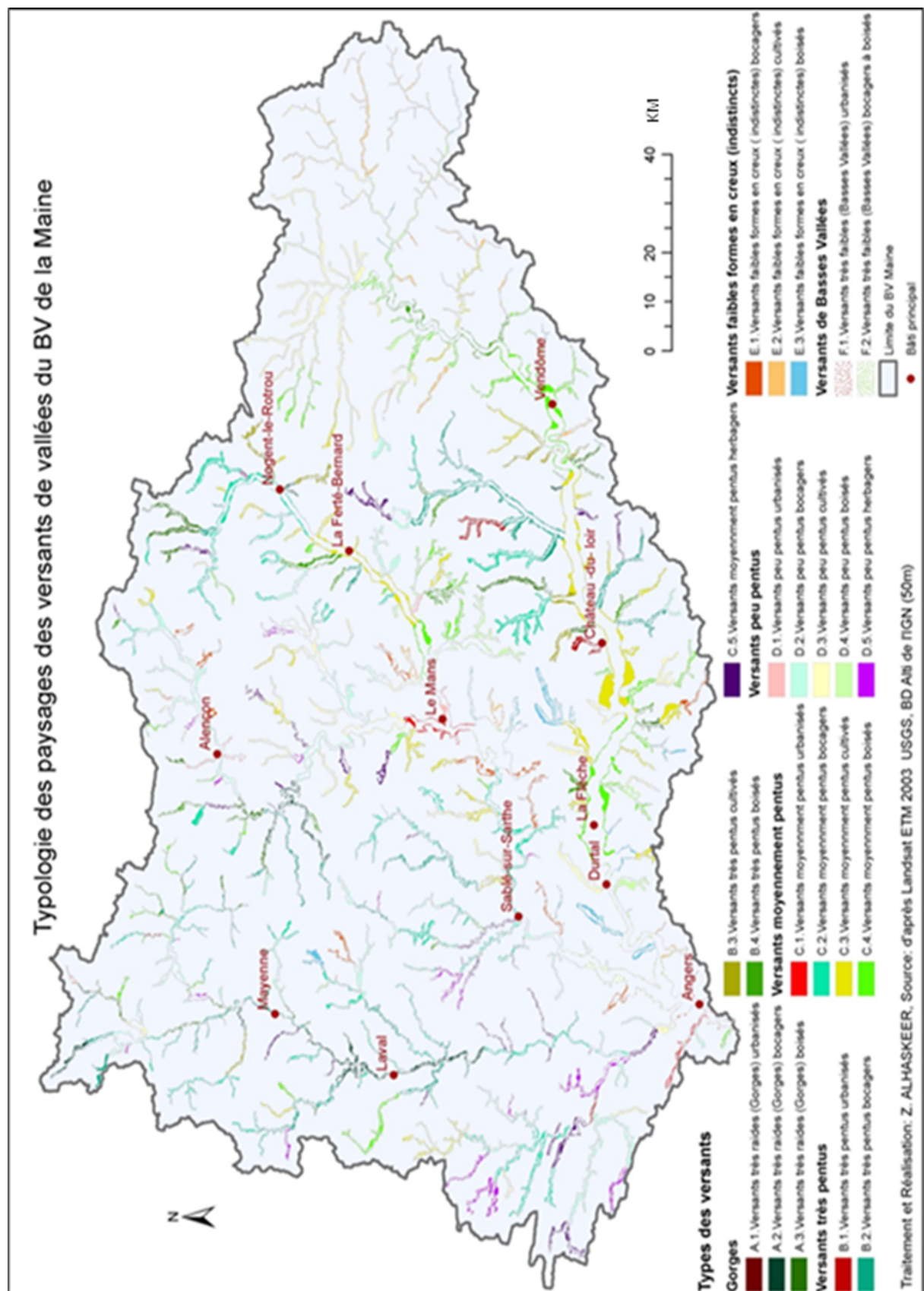


Figure 6.10- Types des paysages des versants du BV de la Maine.

Les cartes de la typologie des paysages des versants en 2003 de sous bassins versants de la Maine (Niveau II) sont présentées en annexe N°11.

### 6.3. Résultat de la typologie lié aux échelles du travail

La typologie des fonds et des versants permet de mettre en évidence l'importance de l'échelle du travail (vallée entière, fond et versants). Le résultat de la typologie des vallées, selon les classes d'occupation du sol (approche de l'occupation du sol), varie. Par contre, cette typologie maintient les caractéristiques morphologiques. Afin de bien illustrer cette différence, on compare le résultat de la typologie des fonds, des versants et des vallées entières (Tableau 6.17).

Unité/Types selon l'occupation du sol		1. Urbanisés	2. Périurbains	3. Bocagers urbanisés	4. Bocagers ruraux	5. Cultivés	6. Boisés à herbagers	7. Boisés	8. Herbagers
Fonds	Effectif	2	15	16	156	151	31	73	104
	%	0,36	2,74	2,92	28,47	27,55	5,66	13,32	18,98
Versants	Effectif	2	15	11	142	181	53	75	69
	%	0,36	2,74	2,01	25,91	33,03	9,67	13,69	12,59
Vallées	Effectif	2	15	17	156	168	57	59	74
	%	0,36	2,74	3,10	28,47	30,66	10,40	10,77	13,50

*Tableau 6.17- Comparaison de la distribution des types d'occupation du sol selon la composition d'une vallée.*

Le tableau 6.17 montre que le nombre des tronçons urbains sont identiques dans les fonds, les versants et les vallées entières. On trouve que les fonds des vallées sont plus fréquemment occupés par les prairies que les versants. Par contre, les versants souvent sont occupés par les bois et les cultures.

Les tronçons en herbe représentent 45 % de l'ensemble des tronçons, tandis que les surfaces agricoles occupent 32 %. Les bois sont très présents et occupent 21 %. Les tronçons bocagers urbanisés sont plus fréquents dans les fonds que sur les versants en particulier, lorsque les fonds sont larges (par exemple Le Mans et Angers). Les tronçons cultivés, dans les fonds, présentent 27,55 %, tandis que sur les versants, ils occupent 33,03 %. Cela signifie que les agriculteurs utilisent des surfaces de versants, en sachant que les versants présentent 49 % de la surface des vallées dans le bassin versants de la Maine ; il s'agit en fait de versants faiblement inclinés. En parallèle, les versants sont marqués par la présence des boisements, plus que dans les fonds et cela est expliqué par la nature des reliefs qui constitue un facteur important dans la distribution des couvertures de l'occupation du sol, en sachant que les versants pentus présentent 55 % de l'ensemble des versants.

### Conclusion du Chapitre 6

La typologie des fonds de vallées et des versants permet de mettre en avant l'importance de l'échelle du travail, de mettre en lumière les caractéristiques morphologiques et des motifs d'occupation du sol pour chaque entité de vallées (fond, versants). En plus, elle permet de mettre en évidence la composition et l'organisation des versants, qui dans la plupart des études des paysages, sont peu appréhendés. Les études paysagères sont souvent concentrées sur les fonds de vallées et le cours d'eau (milieu fluvial). Les versants participent pourtant à la définition de l'identification et du fonctionnement des paysages des vallées, surtout, lorsque les contrastes avec les fonds sont grands.

## **Conclusion de la partie II : Typologie et caractérisation du paysage des vallées du bassin versant de la Maine**

La deuxième partie de la thèse effectue une caractérisation des paysages des vallées à travers un diagnostic mené à l'échelle du bassin versant. La méthodologie mise en place de la réalisation d'une typologie présente une approche reproductible et repose sur des données facilement mobilisables (MNT, images satellites). Le MNT contribue à fournir une bonne définition des limites spatiales de l'objet d'étude. Les images satellites contribuent également à produire des concernant la nature, la distribution et l'organisation de la couverture du sol à l'échelle de tronçons en relation avec les zones environnantes.

L'utilisation deux approches (morphologique et occupation du sol) a permis de montrer la diversité des paysages de vallées et de révéler leur singularité. Par ailleurs, ces outils permettent d'expliquer la potentialité de ces outils dans ce type d'étude, surtout les images Landsat ETM+ (30m).

### **Partie III: Résultats de l'application de la typologie aux vallées du bassin de la Maine Caractérisation les entités paysagères**

Cette partie ne comprend que le chapitre 7.

Chapitre 7 : Caractérisation les entités paysagères des vallées du bassin versant de la  
Maine



## **Introduction du Chapitre 7**

Celui-ci présente les résultats de la typologie des paysages de vallées (approche morphologique et approche d'occupation du sol). L'objectif est de relier les types de paysages aux unités paysagères de l'atlas paysagers (Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie, Guide des paysages d'Eure-et-Loir, Atlas des paysages de l'Indre-et-Loire, Atlas des paysages de Maine-et-Loire, Atlas des paysages de la Mayenne, Atlas des Paysages de la Sarthe, Atlas des Paysages du Loir et Cher et Atlas des Paysages du Loiret). Cela nous permettra de critiquer ou de valider la méthodologie mise au point pour établir et proposer une typologie des paysages de vallées.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous proposons :

- une présentation des atlas utilisés,
- une description des types des paysages de vallées. Cette description repose sur les critères morphologiques et des motifs d'occupation du sol. Un bloc diagramme a été élaboré pour chaque type de vallée qui permet d'illustrer la description des principaux composants. Ce bloc présente l'usage agricole du sol, la végétation arborée et les surfaces bâties (Ambroise et al, 2000, Germaine, 2009).
- une étude de photographies obliques prises sur le terrain, afin d'illustrer le point de vue d'un observateur.
- une analyse en 3D (Luginbühl, 1994 ; Michelin ; 2000 ; Joliveau, 2004) obtenue par la superposition de l'orthophotoplan au MNT (50m) et pour des zones de validation dont le choix dépend de la disponibilité des orthophotoplans. Le profil topographique en travers de vallée permet d'estimer la largeur du fond et de la vallée, ainsi que la forme.

### **7.1. Les principaux résultats et présentation des atlas du paysage**

#### **- Description des grands types de vallées**

D'après le résultat de la typologie des paysages de vallées, nous avons obtenu 7 grands types de vallées et 23 sous types (Tableau 7.1 et Figure 7.1). Dans chaque type de vallées, nous avons choisi quelques exemples des vallées situés dans les différents sous bassins versant de la Maine et en tenant compte de leur signalisation dans les atlas des paysages et des visites de terrain

Les types de paysages de vallées correspondent en partie aux grandes unités paysagères de l'organisation géographique régionale. Ainsi, s'opposent les basses vallées herbagères (basses vallées angevines), les gorges boisées (gorge d'Alpes mancelles) et les vallées très encaissées (Mayenne amont, Ernée amont, Varenne amont...).

Type	Sous-type	Nombre	%
Gorges	A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28
Vallées très encaissées	A2.Vallées très encaissées urbanisées	3	0,55
	A3.Vallées très encaissées bocagères	40	7,30
	A4.Vallées très encaissées cultivées	7	1,28
	A5.Vallées très encaissées boisées	33	6,02
Vallées intermédiaires encaissées	B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	3	0,55
	B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	87	15,88
	B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	35	6,39
	B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	47	8,58
	B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	39	7,12
Vallées intermédiaires communes	C1.Vallées intermédiaires urbanisées	7	1,28
	C2.Vallées intermédiaires bocagères	47	8,58
	C3.Vallées intermédiaires cultivées	58	10,58
	C4.Vallées intermédiaires boisées	16	2,92
	C5.Vallées intermédiaires herbagères	26	4,74
Vallées à méandres encaissées	D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	14	2,55
Vallées indistinctes	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	20	3,65
	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	24	4,38
	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	11	2,01
	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55
Basses Vallées	F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
	F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
	F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
Total	23 types de paysages	548	100,00

Tableau 7.1- Liste des 23 types de paysages de vallées.

Le tableau 7.1 illustre les 7 grands types des paysages de vallées (Gorges, Vallées très encaissées, Vallées intermédiaires encaissées, Vallées intermédiaires communes, Vallées à méandres encaissées, Vallées indistinctes et les Basses Vallées). Chaque grand type morphologique se compose de plusieurs sous types basés selon la distribution de l'occupation du sol :

1. le type des vallées en gorges (A1) se caractérise par des pentes des versants très fortes (plus de 8°), des largeurs des fonds étroits, des parts des fonds de faible surface relative, des pentes hydrographiques fortes (plus de 8 m/km), des bois dominants avec un contraste fort aux zones environnantes.
2. le type des vallées très encaissées (d'A2 à A5) se caractérise par des pentes des versants fortes (plus de 5°), des largeurs des fonds étroits (moins de 500m), des parts des fonds de faible surface relative, des pentes hydrographiques fortes (plus de 4 m/km) avec une domination des bois ou bocages.
3. le type des vallées intermédiaires encaissées (B) se caractérise par des pentes des versants moyennement fortes (de 3 à 5°), des largeurs des fonds étroits (moins de 600m), des parts des fonds de moyenne surface relative, des pentes hydrographiques fortes (de 1 à 4 m/km) et des paysages mixtes avec une domination des bois ou bocages.
4. le type des vallées intermédiaires (C) se caractérise par des pentes des versants faibles (de 1 à 3°), des largeurs des fonds étroits (moins de 400m), des pentes hydrographiques moyennes (moins de 3 m/km) et des paysages mixtes avec une domination des cultures ou bocages.

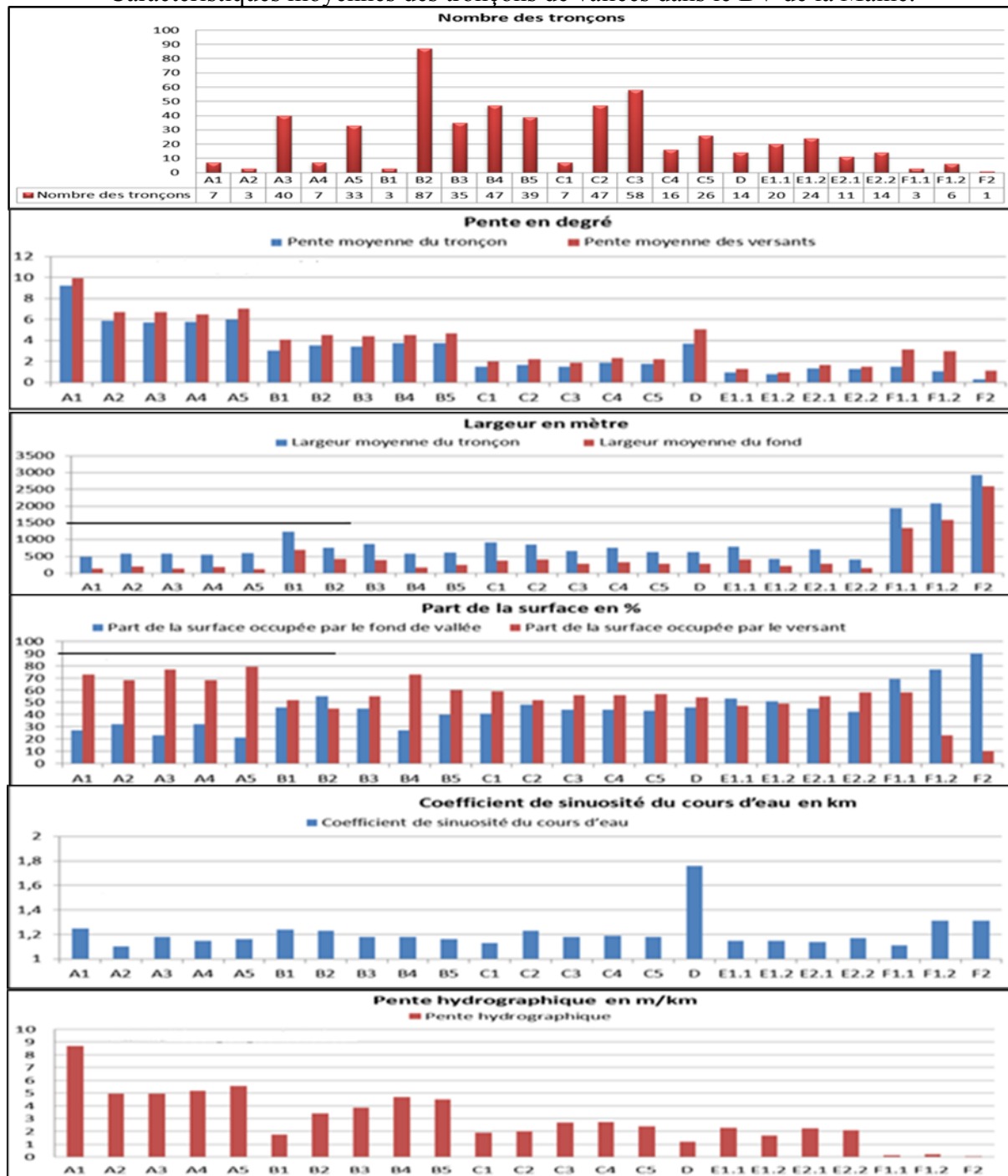
5. le type des vallées à méandres encaissées (D) c'est un type particulier qui se caractérise par une sinuosité du cours d'eau forte (plus de 1,5 km), des pentes des versants moyennes (de 3 à 5°), des fonds étroits (moins de 400m), des parts des fonds modérée, des pentes hydrographiques faibles avec une domination des bois ou bocages.
6. le type des vallées indistinctes (E) se caractérise par des pentes des versants faibles (moins 2°), des fonds étroits, des parts des fonds, des pentes hydrographiques faibles avec une domination des cultures.
7. le type des basses vallées (F) c'est un type particulier qui se caractérise par des pentes des versants modérément inclinés (moins de 4°), des fonds larges (moins de 3000m), des pentes hydrographiques très faibles avec une domination des bocages ou herbages.

Les points communs entre tous les types des vallées sont les suivants :

- Pentes des versants : diminution les valeurs des pentes des versants des types des vallées en gorges aux types des vallées indistinctes (sauf dans le type des vallées à méandres encaissées et le type des basses vallées).
- Largeurs des fonds : les largeurs des fonds des vallées dans l'ensemble des types des vallées sont inférieurs à 600m (sauf dans les basses vallées).
- Parts de surface des fonds: elles sont faibles dans les types des vallées en gorges et très encaissées, à l'inverse des types des basses vallées.
- Pente hydrographique : la pente hydrographique est marquée dans les vallées en gorges, très encaissées et intermédiaires encaissées, elle est moyenne dans les vallées intermédiaires et indistinctes et très faibles dans les basses vallées.
- Coefficient de sinuosité : la sinuosité est faible dans l'ensemble des tronçons des vallées sauf dans les tronçons des vallées à méandres encaissées et les basses vallées.

Les figures 7.1 montrent comment se distribuent dans l'ensemble du bassin de la Maine, les types et sous types de paysages de vallées. Elles font également apparaître les caractéristiques de chaque type qui finalement établissent des contrastes notoires. Les facteurs les plus discriminants sont bien les facteurs morphologiques, en particulier les pentes. A l'intérieur des vallées, l'occupation du sol est moins contrastée d'un type à l'autre ; la part des prairies par rapport aux cultures ne fait pas apparaître de différence forte entre les types.

## Caractéristiques moyennes des tronçons de vallées dans le BV de la Maine.



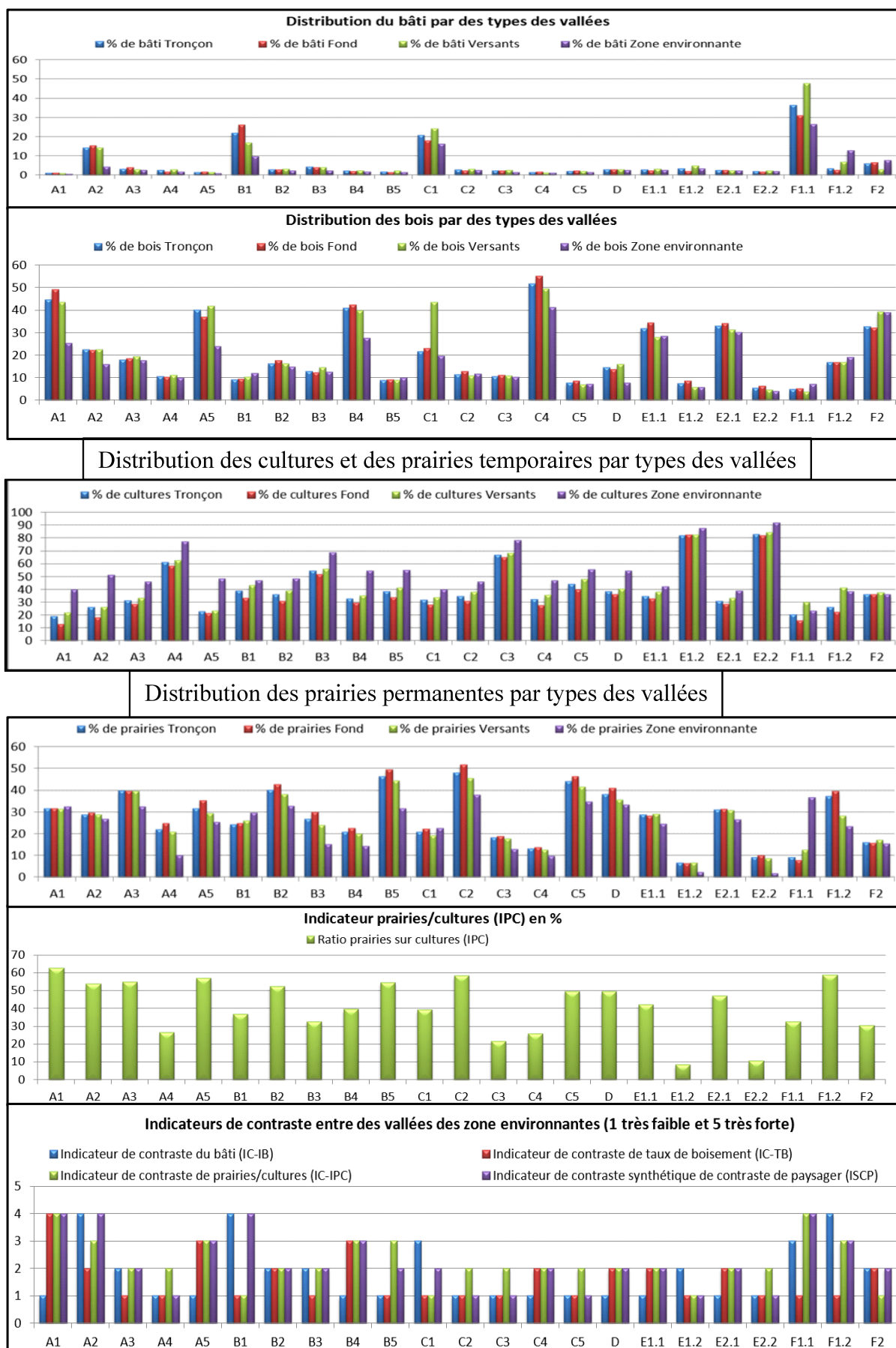


Figure 7.1- Caractéristiques moyennes des tronçons de vallées dans le BV de la Maine.

## - Présentation des atlas des paysages utilisés

Les vallées du bassin de la Maine concernent huit départements (Orne, Sarthe, Mayenne, Eure-et-Loir, Loir-et-Cher, Maine-et-Loire, Indre-et-Loire et Loiret) (Figure 7.2). Nous avons utilisé huit atlas des paysages pour comparer les résultats de la typologie de vallées aux unités paysagères et ainsi valider notre analyse.

Mais il s'agit d'abord de présenter ces documents, leurs objectifs, leurs outils mobilisés et des unités paysagères délimitées.

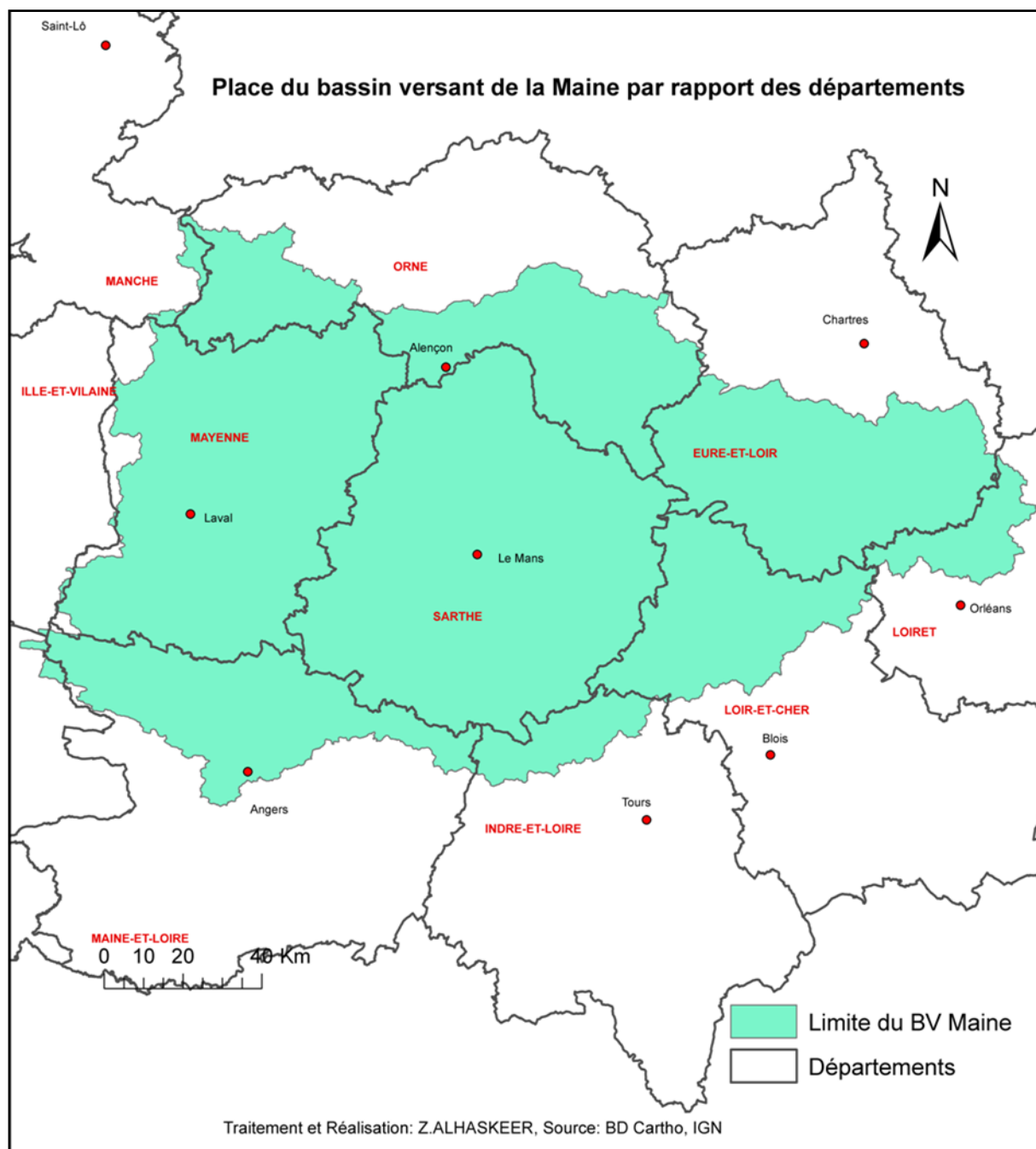


Figure 7.2- Place du bassin versant de la Maine par rapport des départements.



- *Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie*

En Basse-Normandie, dès 1994, l'Etat et le Conseil Régional ont confié à Pierre Brunet la mission de réaliser un atlas proposant une définition des entités paysagères régionales. Des investigations complémentaires avec Pierre Girardin, paysagiste DPLG ont permis de publier en 2004 « l'inventaire régional des paysages de Basse-Normandie » somme de connaissances et d'analyses qui synthétisent des approches historiques, géographiques, sociologiques et culturelles. Quatre parties constituent cet ouvrage.

- 1ère partie - Essai sur l'histoire des paysages de Basse-Normandie : Si les paysages épousent les formes du relief naturel, la parure de celles-ci est l'œuvre des hommes qui ont modifié la végétation et aménagé l'espace en fonction de leurs modes de peuplement, de leur organisation sociale et de leur économie.
- 2ème partie - L'arbre et la haie : L'arbre joue un rôle fondamental dans les paysages. Rares sont ceux qui en sont dépourvus en dehors des bordures littorales ou des marais inondés l'hiver. Même les campagnes dites découvertes ne le sont jamais sur de grandes distances. Bosquets, enclos isolés, lignes d'arbres des vallons dressent partout leurs silhouettes verticales.
- 3ème partie - Les unités de paysages : 8 familles de paysages, 22 sous-ensembles, 75 unités paysagères. Un index répertorie l'unité (ou les unités paysagères) pour chaque commune de la région.
- 4ème partie - Réflexion sur la reconnaissance sociale des paysages : la notoriété touristique des paysages bas-normand et leurs représentations picturales.

L'inventaire régional des paysages de Basse-Normandie se compose de 8 familles de paysages (Figure 7.3) :

Paysages d'entre Terre et Mer

Paysages de Marais

Paysages de Campagnes de Couvertes

Paysages Bocagers

Paysages Mixtes

Paysages aux Bois

Paysages Montueux et Escarpés

Espaces Périurbains

Les unités paysagères de Basse-Normandie ont servi à déterminer les caractéristiques des vallées de la Sarthe amont, de l'Huisne amont, de la Varenne et de l'Egrenne.

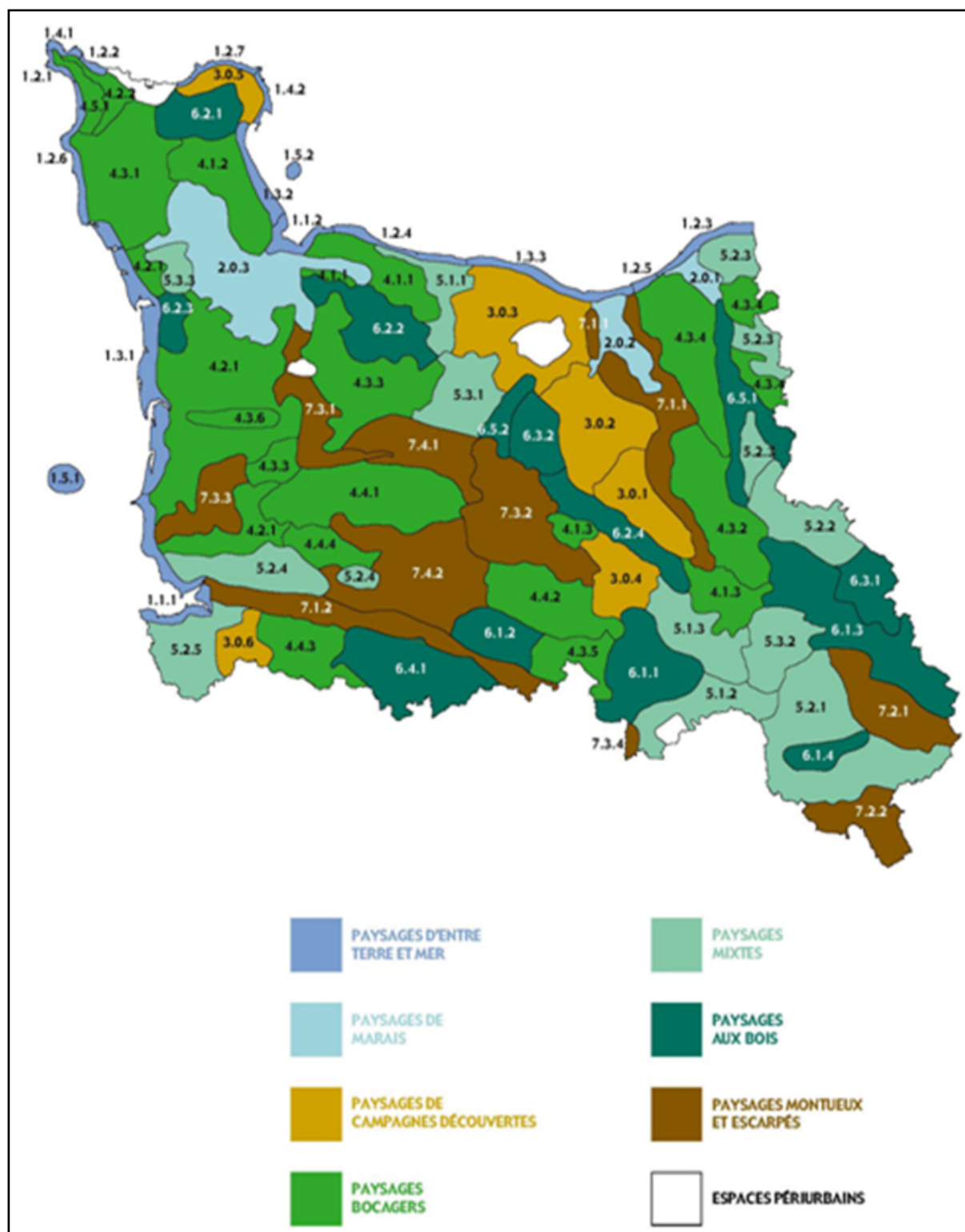


Figure 7.3- Carte générale des unités de paysage de Basse-Normandie.

Edité en 2008 par le Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE) en partenariat avec le Conseil général, ce guide dresse le panorama complet du département, au travers de six entités paysagères : la Beauce, le Perche, le Perche Gouet, le Thimerais-Drouais, la vallée de l'Eure et la vallée du Loir (Figure 7.4).

La première partie du Guide, intitulée « les fondements de l'identité paysagère du département », comprend une présentation du relief, de la géologie, de l'hydrographie. Elle propose également un historique des paysages du département, 6 entités de paysage sont définies.

La deuxième partie « Diagnostic » décrit chaque entité de paysage. Ainsi peut-on trouver des blocs-diagramme qui permettent d'identifier les éléments marquants du paysage, une cartographie originale alliant des informations sur le relief, l'hydrographie et la présence de boisements. De plus, de très nombreuses photographies commentées viennent en appui du texte en balayant de nombreuses thématiques telles que les paysages agricoles, les formes urbaines, les premières impressions, les couleurs du paysage, les infrastructures, le paysage vu par les médias ou les élus...

Enfin, la troisième partie « Recommandations » offre des pistes de réflexions sur relatives à l'aménagement du territoire en maintenant les caractères du milieu et en luttant contre le phénomène de banalisation de nos paysages.

Six entités paysagères ont ainsi été définies :

- La Beauce « et son paysage épuré avec un horizon infini, la houle de cultures et des ciels maritimes sur lesquels se découpe la moindre verticale : bosquets, clochers mais aussi lignes électriques, châteaux d'eau... Paysage vaste mais tout en nuances et subtilités, il n'en est que plus fragile ».
- Le Perche « et ses villages dispersés, ses collines verdoyantes, ses forêts somptueuses. Son bocage omniprésent, et fondateur, ne doit cependant pas faire oublier les autres caractéristiques percheronnes, ni servir d'alibi à des aménagements de mauvaise qualité ».
- Le Perche-Gouët, « cet entre-deux, qui hésite et se cherche, entre Perche et Beauce, entre bocage et grandes cultures ! Et pourquoi pas un nouveau bocage ? »
- Le Thimerais-Drouais « et ses grandes forêts, ses vallées, ses manoirs. Cousin de la Beauce, il doit asseoir son identité sur ses différences : son architecture très présente, ses villages intimistes, son paysage révélé par les grandes ondulations et cadré par les massifs forestiers ».
- La vallée de l'Eure « et ses vertes prairies constituent un refuge contre le vent, un repos après l'âpreté du plateau. Mais coincée entre la frange francilienne et l'agglomération de Chartres, la vallée est soumise aux tentations de la privatisation, au développement de l'urbanisation. C'est un paysage fortement sollicité, en danger »
- La vallée du Loir : « antithèse de la Beauce, elle offre le secret, l'ombre, l'abri, l'humidité, la limite. Moins vigoureuse et géométrique que la vallée de l'Eure qui entaille le plateau, elle articule les grands espaces beaucerons et les prémices des ondulations du Perche. Bucolique, intime, sauvage par endroits, elle reste peu urbanisée. Telle une oasis, la vallée du Loir constitue un paysage résolument à part dans le département. Il conviendra d'en cadrer et d'en maîtriser le développement pour la préserver d'un intérêt de plus en plus pressant ».

Dans notre travail, nous nous intéressons aux unités du Perche et de la vallée du Loir.

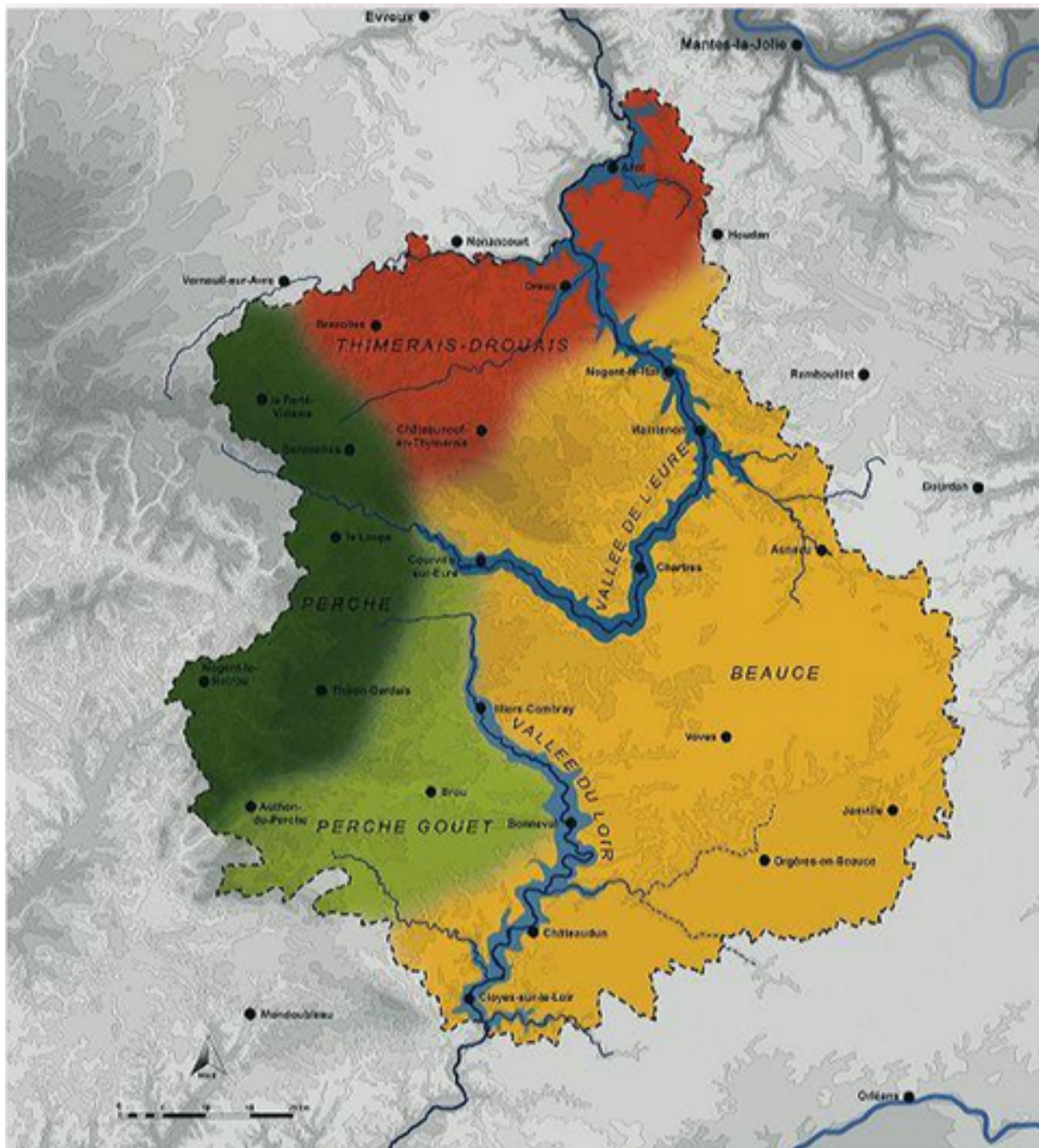


Figure 7.4- Carte entités paysagères Eure-et-Loir.

- *Atlas des paysages de l'Indre-et-Loire*

Il propose un état des lieux des paysages d'Indre-et-Loire réalisé sur une période donnée (1999-2001), au travers de ses unités et sous-unités paysagères. Il s'agit donc de :

- Qualifier les paysages actuels du département de l'Indre et Loire et d'en comprendre la structure paysagère

- Évaluer les capacités de ces paysages à évoluer

L'analyse sensible, couplée à la démarche prospective de terrain a permis d'appréhender l'ambiance des unités et d'affiner le découpage en unités paysagères. Les grandes étapes de cette étude s'articulent donc autour de trois principaux thèmes :

- L'analyse géographique (au sens large) Géologie, pédologie, relief, hydrographie, climatologie, occupation du sol, milieux naturels ...



- L'analyse humaine (au sens large)
- Histoire du département, analyse démographique, habitat, architecture, formes urbaines, réseaux de communication, activités économiques ...
- L'analyse sensible et visuelle

Chaque unité paysagère, est expliquée : présentation des fondements du paysage, description de son ambiance et détermination de ses atouts et faiblesses.

L'atlas des paysages de l'Indre-et-Loire découpe l'espace en 16 unités paysagères (Carte en Annexe N°12). Seules celles qui concernent le sud du bassin de la Maine nous intéressent :

« L'influence du Loir », et « Les gâtines du nord ».

Cela nous permettra de comparer les caractéristiques des vallées de la Dême, de l'Escotais, de la Fare et du Maulne avec les types de vallée dégagés par notre typologie.

- *Atlas des paysages de Maine-et-Loire*

Cet ouvrage est la restitution synthétique d'une étude menée pendant deux ans (2000-2001). Une première partie aborde les clés de lecture qui ont conduit le groupe d'étude à déterminer treize unités paysagères ; après un chapitre prospectif sur les mutations et le devenir des paysages, chacune de ces unités est présentée en détail. L'objectif était de dresser une véritable photographie paysagère du département.

Une deuxième phase "prospective" a pour objet d'étudier l'évolution de ces paysages à partir des données actuelles. Le département de Maine-et-Loire comprend cinq régions naturelles : le Segréen, le Bugeois, le Saumurois, les Mauges, et la Vallée angevine. En analysant les paysages angevins on peut dresser un état des 13 unités paysagères (Figure 7.5) parmi lesquels 5 nous intéressent puisqu'elles comprennent une partie du bassin de la Maine :

« Les plateaux du Haut Anjou », « Les Basses Vallées angevines », « La confluence angevine », « Les portes du Bugeois », « Le plateau du Bugeois » et « le Segréen ».

Leurs seront comparées les caractéristiques des parties en aval des vallées de la Sarthe, de la Mayenne, du Loir et de l'Oudon

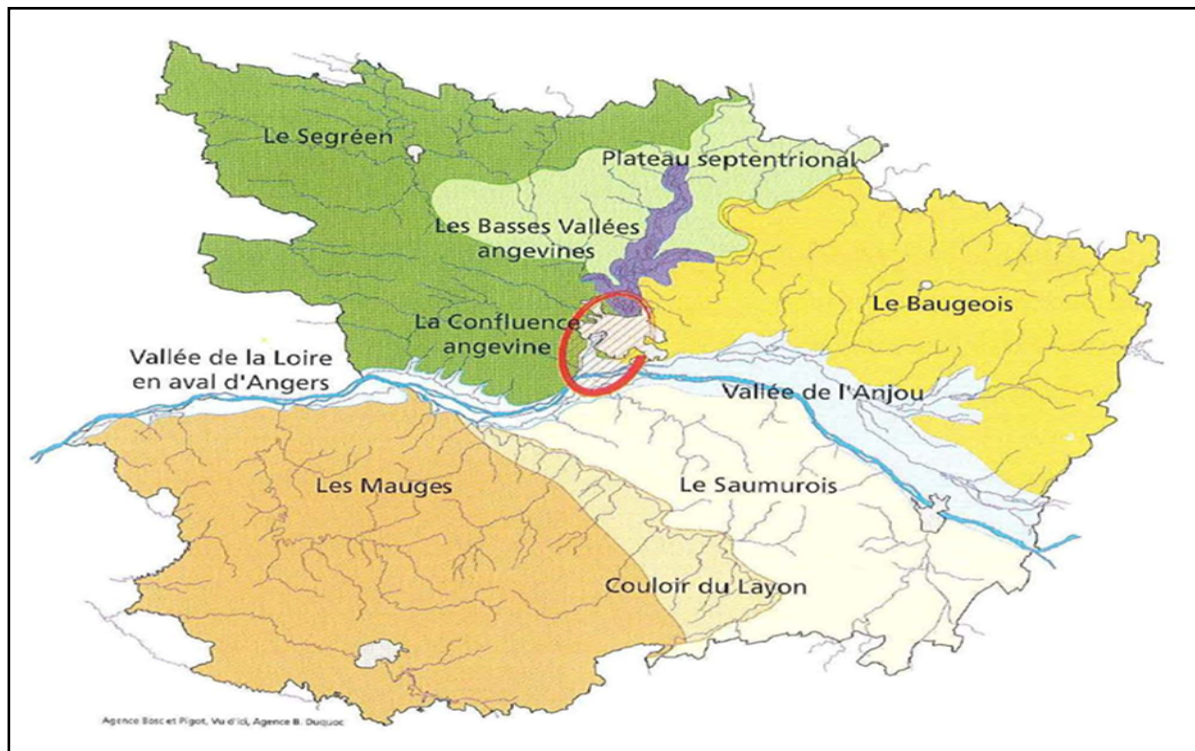


Figure 7.5- Unités paysagères du département de Maine-et-Loire.

L'atlas des paysages du département de la Mayenne propose une cartographie « en partie subjective puisque les paysages sont des réalités complexes et mouvantes perçues différemment selon les observateurs ». Cet atlas réalisé en 1999 vise à mettre en place une vision équilibrée du paysage, entre la perception de terrain et l'analyse « rationnelle » des différentes composantes du paysage.

Le premier volet de l'atlas des paysages comprend la présentation du cadre général du département, support pour la compréhension des différentes composantes des paysages mais aussi à la prise en compte de leur constitution progressive.

« L'homme, au fil du temps, n'a jamais cessé de modeler son cadre de vie et par conséquent de modifier les paysages qui évoluent. Ces évolutions du paysage peuvent parfois être dues à des initiatives privées mais bien plus souvent elles s'inscrivent dans une logique collective qui est celle de l'histoire. A notre échelle de temps, ce sont les constituants en évolution (la couverture végétale, les points particuliers, le bâti, les modes de découverte) qui font varier le paysage. Pressentir ce que seront nos paysages de demain, réfléchir aux modes de gestion les mieux adaptés, nécessite avant tout un état des lieux afin d'évaluer les sensibilités et les enjeux des paysages actuels ».

La synthèse des composantes paysagères explicitées à l'échelle du département a contribué à la définition de six unités paysagères distinctes : Les Marches de Bretagne, Les Collines du Maine, Le Cœur de la Mayenne, Le Haut Anjou Mayennais, Le Pays de l'Erve et Le Pays Ardoisier (Figure 7.6).

L'analyse détaillée de chaque unité croise :

- une approche sensible effectuée à partir d'un repérage de terrain,
- une approche thématique rappelant et précisant les données exposées dans la présentation générale du département
- une approche dynamique qui a pour objet de mettre en avant les grandes tendances d'évolution afin d'appréhender ce que seront nos paysages de demain. Pour cerner ces évolutions, quelques études de cas ont été réalisées. Les communes étudiées ont été choisies par unité paysagère, pour leur représentativité. Elles sont citées à titre d'exemple dans une perspective pédagogique.

Nous intéressons aux unités paysagères du département de la Mayenne pour comparer les caractéristiques des vallées de la Mayenne et de l'Erve avec les types de vallée dégagés par notre typologie.



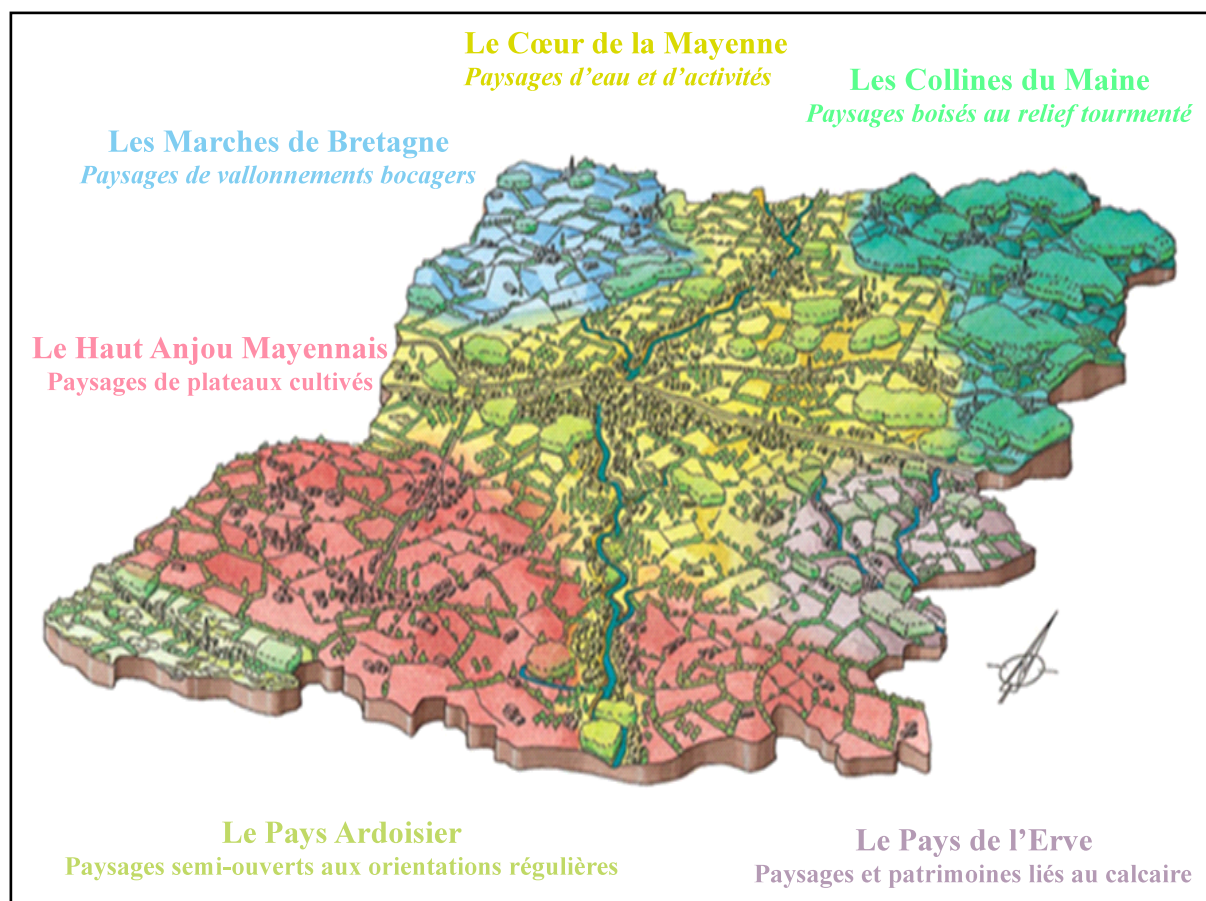


Figure 7.6 - Unités paysagères du département de la Mayenne.

- *Atlas des Paysages de la Sarthe*

Ce document, élaboré en 2005 est un outil de connaissance et d'aide à la décision présente les éléments de description et de qualification des paysages, repère et décrit les unités paysagères, identifie les enjeux auxquels le paysage est confronté.

Le découpage du département en unités paysagères est directement fondé sur les thèmes abordés dans le cadre de l'analyse départementale.

En premier lieu, le découpage territorial en unités paysagères s'appuie sur la perception d'ambiances, ou de «familles» d'ambiances.

L'analyse cognitive intervient dans un second temps, par une étude des thèmes géographiques caractéristiques de chaque unité. L'espace du département est découpé ainsi en 12 unités paysagères (Figure 7.7) :

- Bocage du massif ancien
- Paysages contrastés de l'ouest
- Paysages contrastés de l'ouest
- Paysages bocagers en mutation
- Vallée du Loir
- Bélois
- Sables et conifères
- Plateau de grandes cultures
- Perche sarthois
- Entre bocage et grandes cultures
- Plaine agricole du nord
- Bocage et forêt de Perseigne
- Vallée de la Sarthe

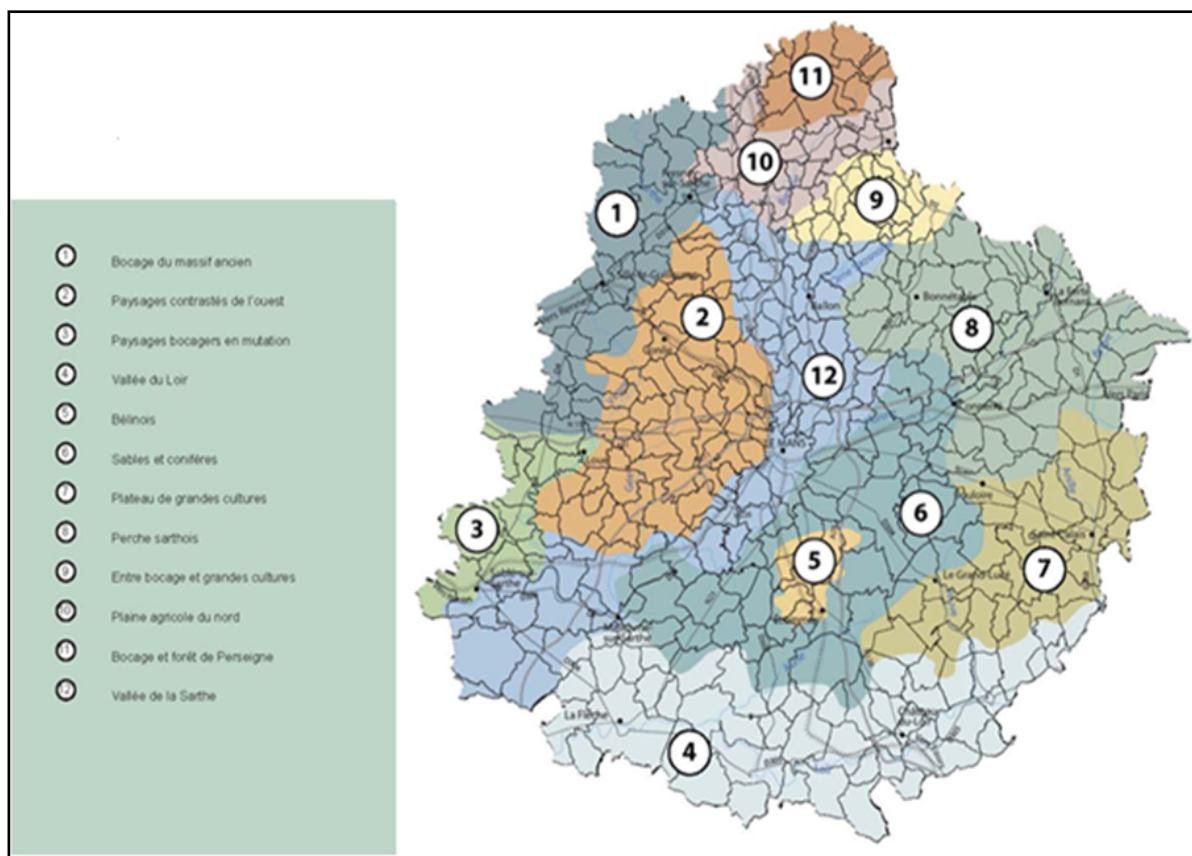


Figure 7.7- Unités paysagères du département de la Sarthe.

Toutes seront prises en considération pour effectuer la comparaison avec les types de vallées que nous avons établis et qui concernent les vallées de la Sarthe, du Loir et de l'Huisne.

- *Atlas des Paysages du Loir et Cher*

L'Atlas des paysages du Loir-et-Cher répond à la demande de la Convention Européenne du Paysage, entrée en vigueur en France le 1er juillet 2006, qui prévoit un engagement d'identification et de qualification des paysages :

Les unités de paysage permettent de mieux connaître le territoire, en identifiant précisément ses différents visages et leurs traits de caractères. Afin d'articuler la connaissance et l'action, une identification d'enjeux, est faite. L'atlas des paysages du Loir et Cher se compose de 25 sous-unités paysagères (Carte en Annexe N°13 + liste des unités).

- *Atlas des Paysages du Loiret*

Le département du Loiret est composé, en plus du Val de Loire, de quatre ensembles paysagers majeurs : la Beauce, grenier à blé de la France, la Sologne, réserve sauvage et cynégétique, la Forêt d'Orléans, plus grand massif forestier domanial de France avec ses 35 000 ha, et le Gâtinais, terre des villages. Au total, le Loiret compte 13 ensembles paysagers composés de 50 entités paysagères (Carte en annexe N°14). Ils ont été déterminés notamment en privilégiant les limites visuelles par rapport au relief lorsque celui-ci ne constituait pas une limite franche dans la perception. Ils se distinguent par des limites paysagères fortes comme le rebord de plateau de la Beauce, les lisières de la Forêt d'Orléans, les lisières des boisements de la Sologne. Dans un même ensemble, plusieurs types d'occupation du sol peuvent être

regroupés. La structuration géographique est souvent l'élément identitaire, comme dans l'ensemble du Val d'Orléans qui regroupe plusieurs types d'occupation du sol : les boisements de la Sologne, les vergers de Cléry-Saint-André, la ripisylve du Val de Loire et des cultures de la Beauce.

Les entités paysagères présentent le plus souvent une même occupation du sol et dégagent une ambiance homogène. Elles regroupent plusieurs communes et sont souvent de grande dimension, entre l'échelle régionale et locale. Elles comprennent la plupart du temps un ou deux pôles urbains importants.

La cartographie des paysages fait apparaître quelques particularités qui permettent de mieux préciser les caractères du paysage suivant les ensembles déterminés et suggérer une prise en compte particulière de chacun d'eux.

Nous intéressons à l'unité de la petite Beauce pour comparer les caractéristiques de la vallée de la Conie amont avec les types de vallée dégagés par notre typologie.

Ces différents documents constituent ainsi de bonnes références relatives aux caractéristiques générales des milieux mais également aux éléments sélectionnés pour les représenter le mieux. Nous y repèrerons les parties concernant les vallées. Cela permettra de montrer quelle place leur est réservée.

La typologie que nous établirons permettra aussi de faire apparaître les échelles des paysages et les niveaux scalaires que notre typologie permet d'atteindre par la quantification des descripteurs présentés dans la partie précédente et leur traitement effectué dans ce chapitre.

## 7.2. Les tronçons des vallées en gorges « A1 »

Sept tronçons sont identifiés comme des gorges qui sont boisées. Six sont inscrits dans les roches résistantes du substratum du massif armoricain dans la partie occidentale du bassin de la Maine, le septième est à le Longeron (bassin versant du Loir). (Tableau 7.2 et Figure 7.8).

**Caractéristiques moyennes des vallées gorges boisées  
(7 tronçons, soit 1,28 % des vallées)**

A1. Vallées Gorges boisées				
Variables morphométriques				
Pente moyenne du tronçon en degré				9,23
Pente moyenne de versants en degré				9,92
Largeur moyenne du tronçon en mètre				479
Largeur moyenne du fond en mètre				140
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %				27
Part de la surface occupée par le versant en %				73
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km				1,25
Pente hydrographique (m/km)				8,69
A1. Vallées Gorges boisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	1,12	1,19	1,06	0,71
% de bois	44,86	49,14	43,50	25,35
% de cultures	19,16	12,97	21,95	40,16
% de prairies	31,66	31,75	31,36	32,44
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	62,77			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	4			

Tableau 7.2- Caractéristiques moyennes des vallées gorges boisées.

La profondeur de ces vallées atteint jusqu'à 150 mètres. L'essentiel des tronçons appartient à la Sarthe dans la traversée des Alpes Mancelles où elle draine une vallée profonde et étroite (largeur du fond est 200m en moyenne). Ces tronçons sont sinueux et leurs (Figure 7.9) pentes hydrographiques sont grandes (plus de 8 m/km).

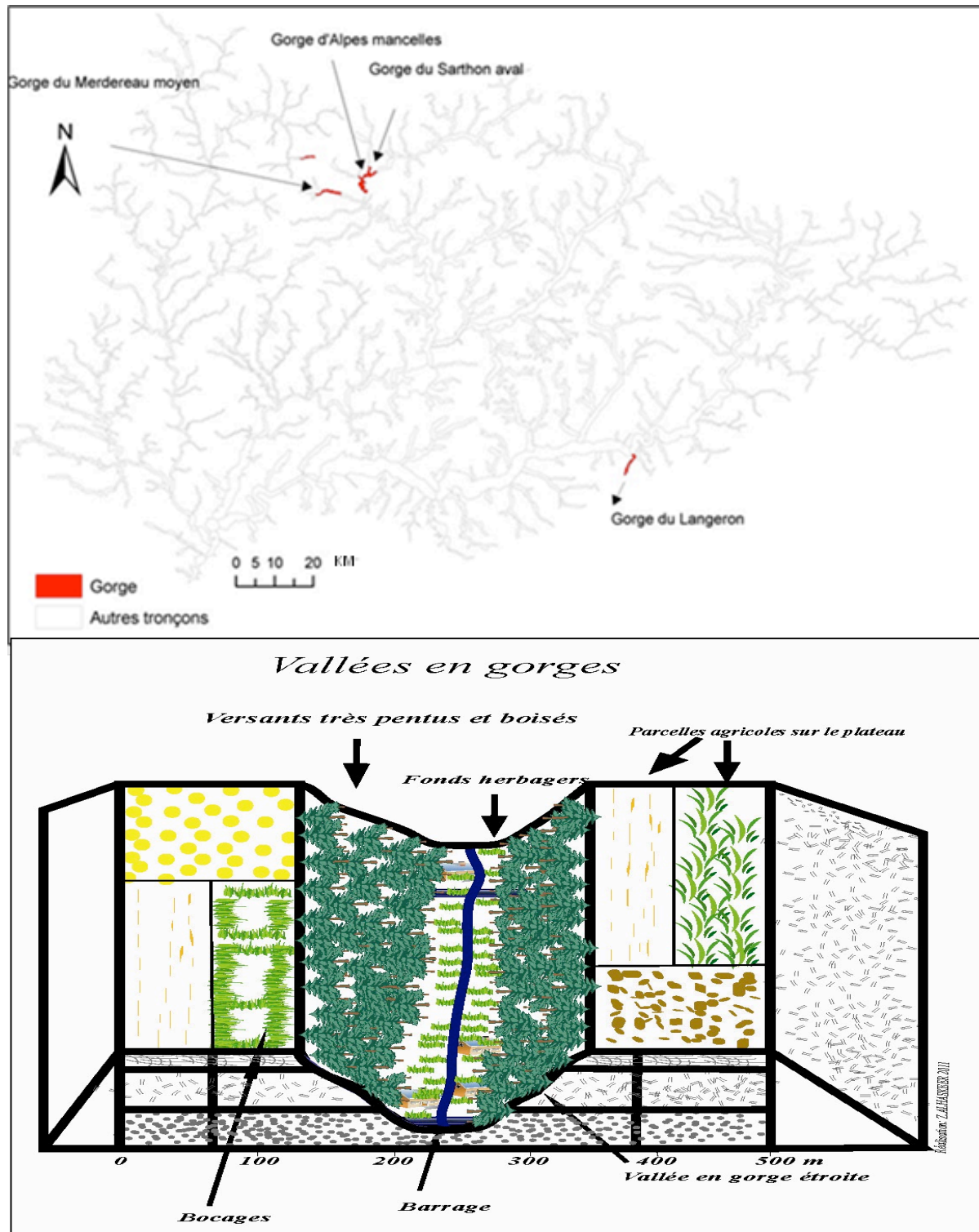


Figure 7.8- Caractéristiques des vallées en Gorges (distribution des classes de l'occupation du sol).



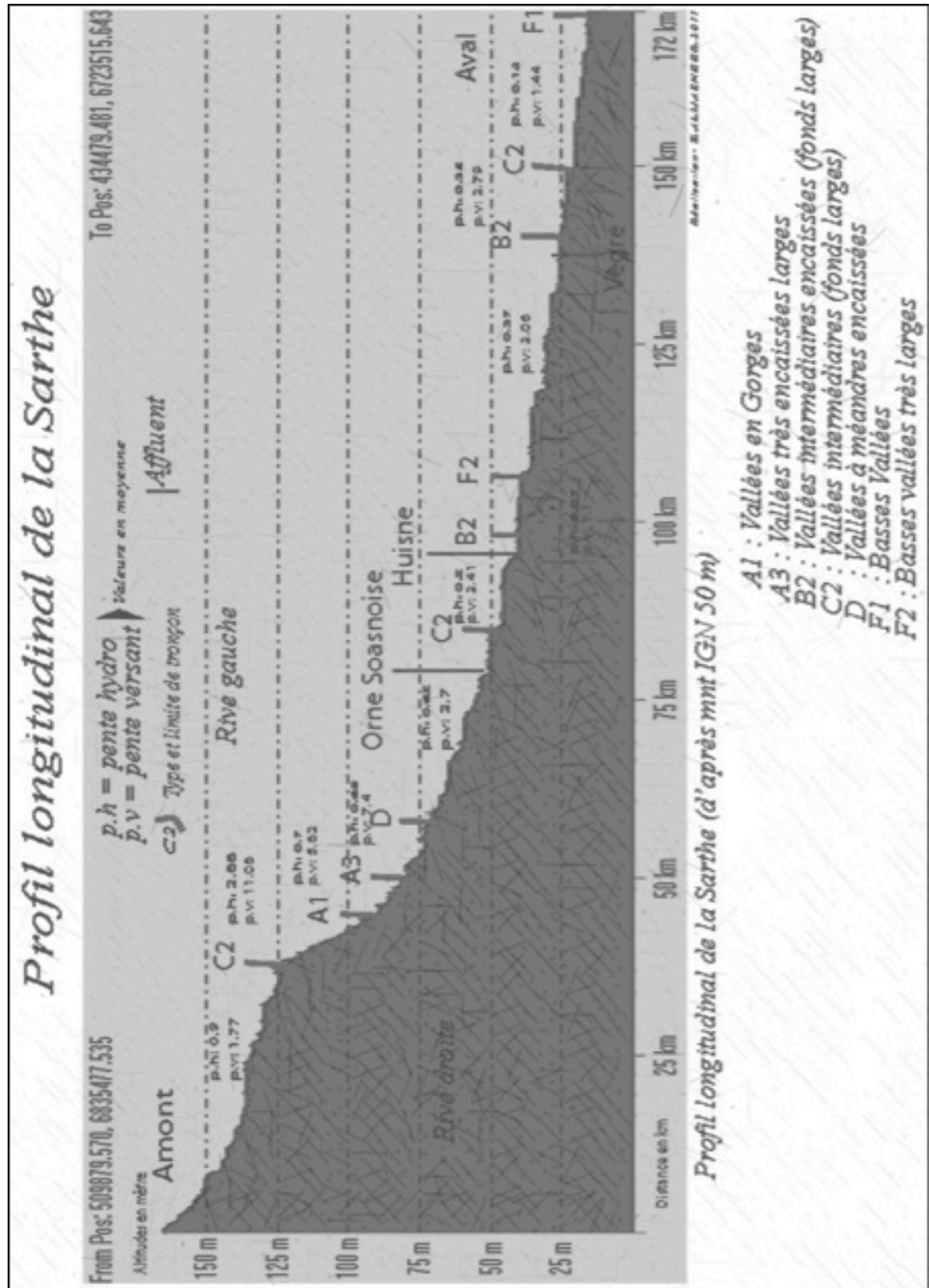


Figure 7.9- Profil longitudinal de la Sarthe.

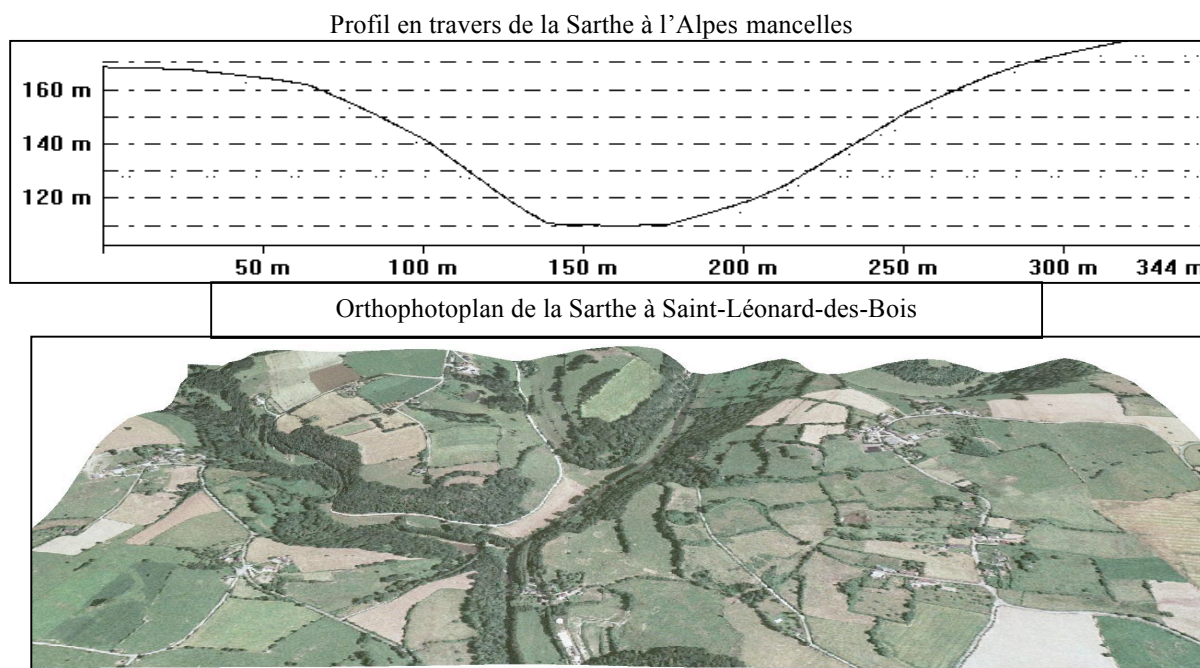


Figure 7.10- Profil en travers et orthophotoplan des vallées en gorges, exemple gorge de la Sarthe.

Le fond de vallée occupe moins de 30 % de la surface totale des tronçons (25 % dans les gorges du Sarthon ou le Merdereau). Les versants présentent des pentes supérieures à 10°. Plus en détail, les tronçons en gorges présentent quelques variantes en longueur, pente et largeur (Tableau 7.3 et Figure 7.11)

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Le Langeron	Loir	Affluent gauche du Loir	9,68	25-55	160	6,56	7,77
L'Ornette aval	Sarthe	Entre Larray et la confluence avec La Sarthe	9,84	30-45	65	1,14	11,35
La Sarthe moyenne 1et 2	Sarthe	Entre St Céneri et St-Léonard-des-Bois	11,08	40-85	202	12,25	2,88
Le Merdereau moyen	Sarthe	Entre Averton et St-Paul-le-Gaultier	10,12	40-55	110	7,53	5,31
Le Sarthon aval	Sarthe	Entre la Noé et la confluence avec La Sarthe	8,55	25-50	115	1,96	16,76

Tableau 7.3- Caractéristiques morphométriques des vallées en gorges.

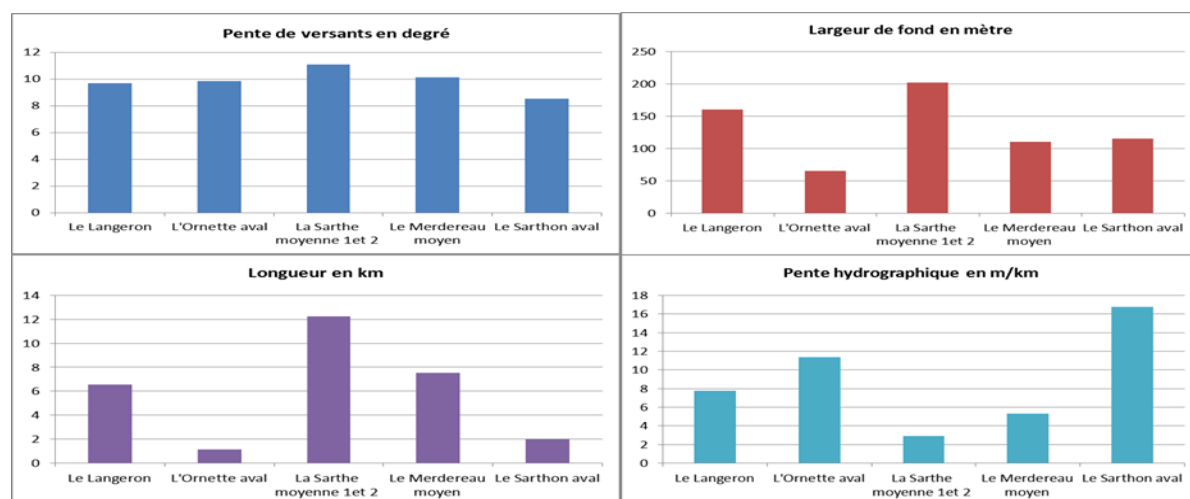


Figure 7.11- Comparaison des variables morphologiques des vallées en gorges.



Les vallées en gorges sont caractérisées par une prédominance de couvertures forestières qui occupent les versants. Les prairies permanentes occupent généralement une place importante dans les fonds mais très variable (fond du Langeron, 59 %, fond de l'Ornette aval 8 %), les surfaces cultivées sont rares et se concentrent sur les versants (Tableau 7.4). C'est dans ces fonds que se sont installées la plus part des constructions ; le bâti occupe 3 % de la surface du tronçon dans la Sarthe à travers les Alpes mancelles.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Le Langeron	1,67	3,95	23,32	29,37	58,57	38,25	16,19	28,12
L'Ornette aval	0	0	7,32	10,05	7,85	24,27	80,61	63,57
La Sarthe moyenne 1et 2	3,07	0,94	10,82	17,00	34,76	29,83	38,43	46,73
Le Merdereau moyen	0,54	0,83	14,57	22,62	21,85	20,59	59,82	54,93
Le Sarthon aval	0	0,09	8,28	14,07	23,91	50,85	67,27	34,97

Tableau 7.4- Répartition des types d'occupation du sol en fonction des vallées en gorges.

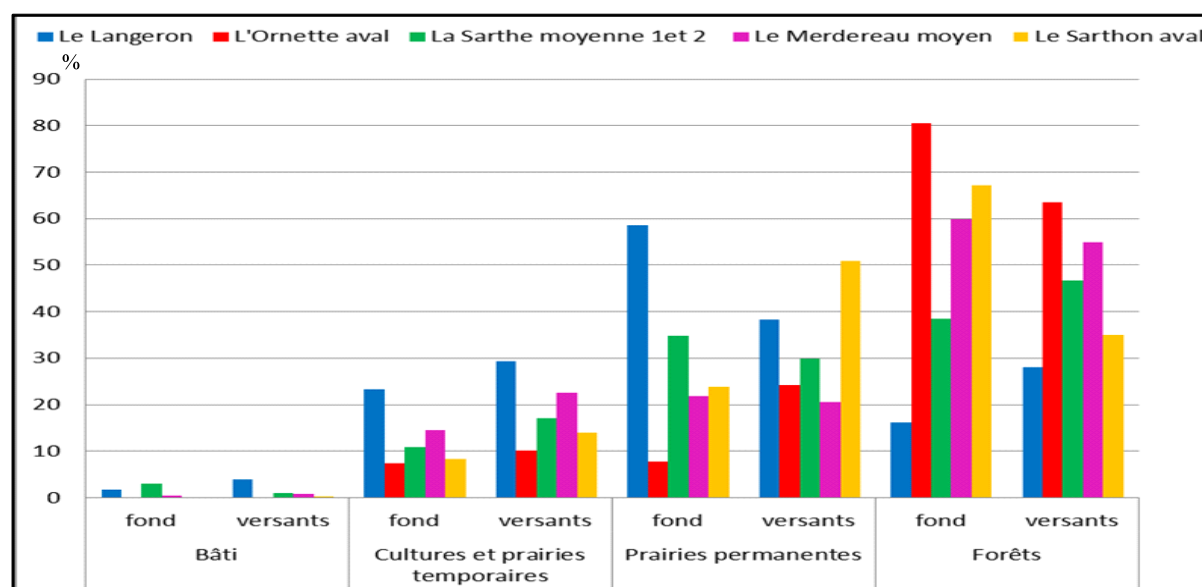


Figure 7.12- Comparaison des classes de l'occupation du sol dans les tronçons des vallées gorges.

Les vallées gorges sont en contraste avec les zones qui englobent ; la Sarthe comme le Sarthon coulent entre des pentes boisées, cela contraste avec les parcelles cultivées des plateaux environnants.

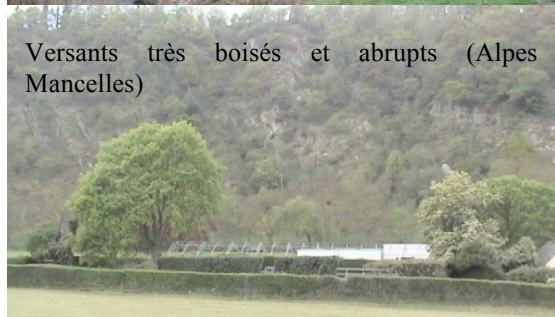
A travers de comparaison entre les tronçons en gorges, qui ont été établis par notre méthodologie, et les unités de l'atlas des paysages qui abordent les vallées en gorges, nous montrons que notre méthodologie a permis de définir des tronçons remarquables, dont les caractéristiques morphologiques extraites par la voie automatique, reflètent la nature du relief et les types d'occupation du sol. Par ailleurs nous fournissons ainsi plus de détails sur les formes de vallées et l'occupation du sol. L'échelle de notre analyse étant plus grande, les grandes mais aussi les petites unités du paysage sont prises en compte (Figure 7.13).



Les bois dans le fond de la Sarthe



Versants très pentus et boisés, Sarthe



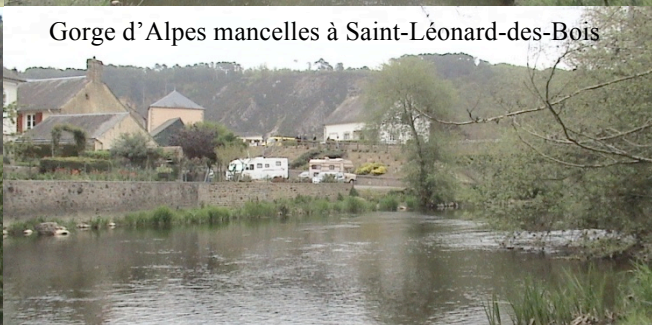
Versants très boisés et abrupts (Alpes Mancelles)



Gorge d'Alpes mancelles à Saint-Léonard-des-Bois



Versants boisées à Saint-Léonard-des-Bois



Gorge d'Alpes mancelles à Saint-Léonard-des-Bois



Gorge d'Alpes mancelles à Saint-Céneri-le-Gérei



Socle Armorica à Saint-Céneri-le-Gérei

*Photographie 7.1- Illustrations photographiques des vallées gorges.*



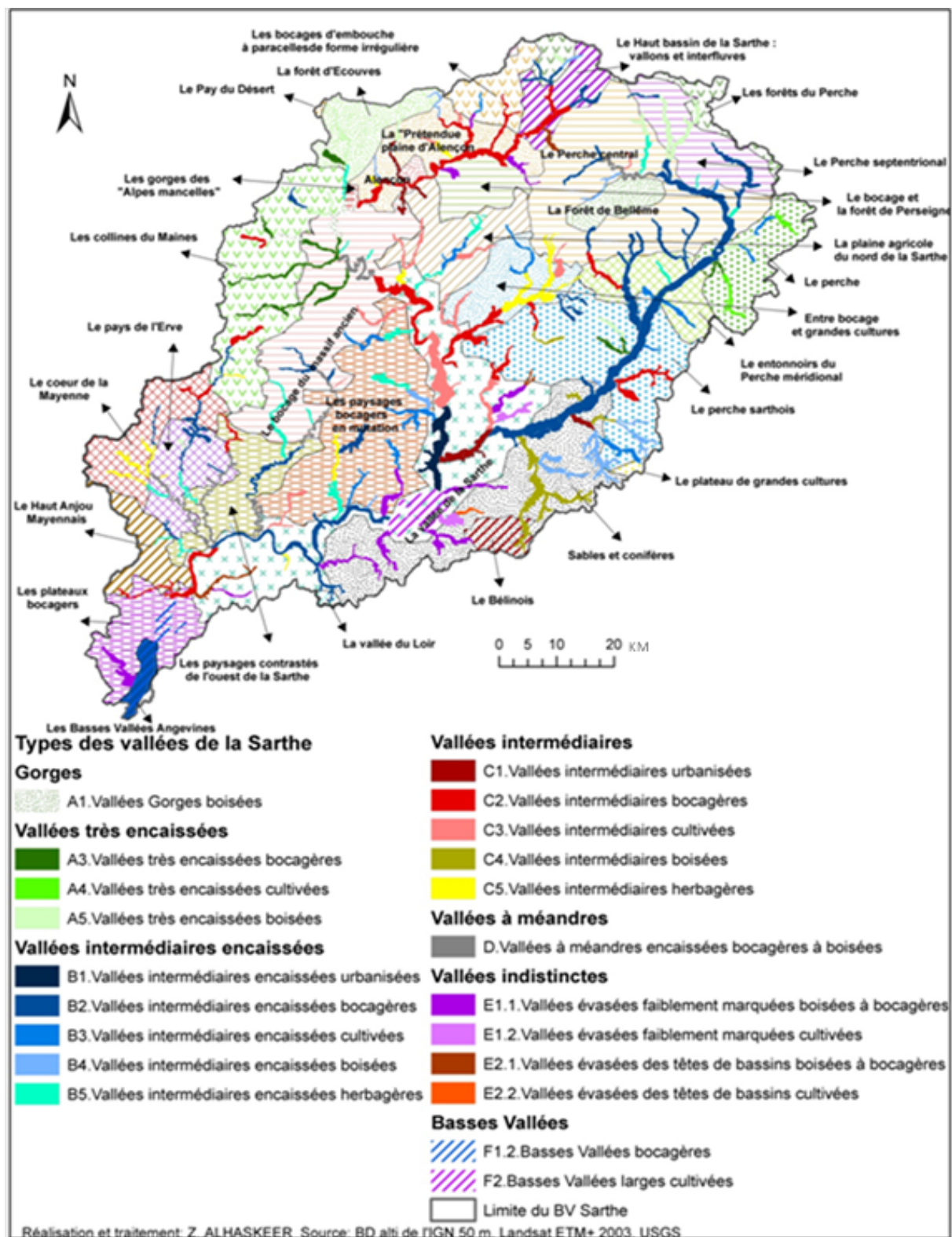


Figure 7.13- Superposition de l'Atlas des paysages à la typologie des paysages des vallées du bassin versant de la Sarthe.

Les vallées en gorges identifiées comme une unité paysagère dans notre typologie correspondent à l'unité « *Bocage du massif ancien* » dans l'atlas des paysages de la Sarthe et « *les gorges d'Alpes Mancelles* » dans l'Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie (Brunet, 2001). Les vallées ne sont pas prises en compte de manière systématique

dans l'Atlas de la Sarthe. Les boisements de grande envergure caractérisent des arrière-plans de cette unité paysagère. Les « Alpes Mancelles » sont mentionnées dans l'Atlas de la Sarthe comme de site remarquable. Ce site allie milieux naturels «sauvages» (boisements, falaises, pierriers, etc.), milieux agricoles (bocage traditionnel, fermes anciennes, etc.) et bourgs pittoresques.

### 7.3. Les tronçons des vallées très encaissées (A2 à A5)

Quatre-vingt-trois tronçons sont identifiés comme des vallées très encaissées (soit 15,14 % des tronçons) (Tableau 7.5). La majorité de ces tronçons sont situés dans le bassin versant de la Mayenne (36 tronçons, soit 43 % des tronçons sont des vallées très encaissées). Ces tronçons sont marqués par des versants en pentes fortes, des fonds de vallées étroits et une prédominance des bois et bocages (Figure 7.14).

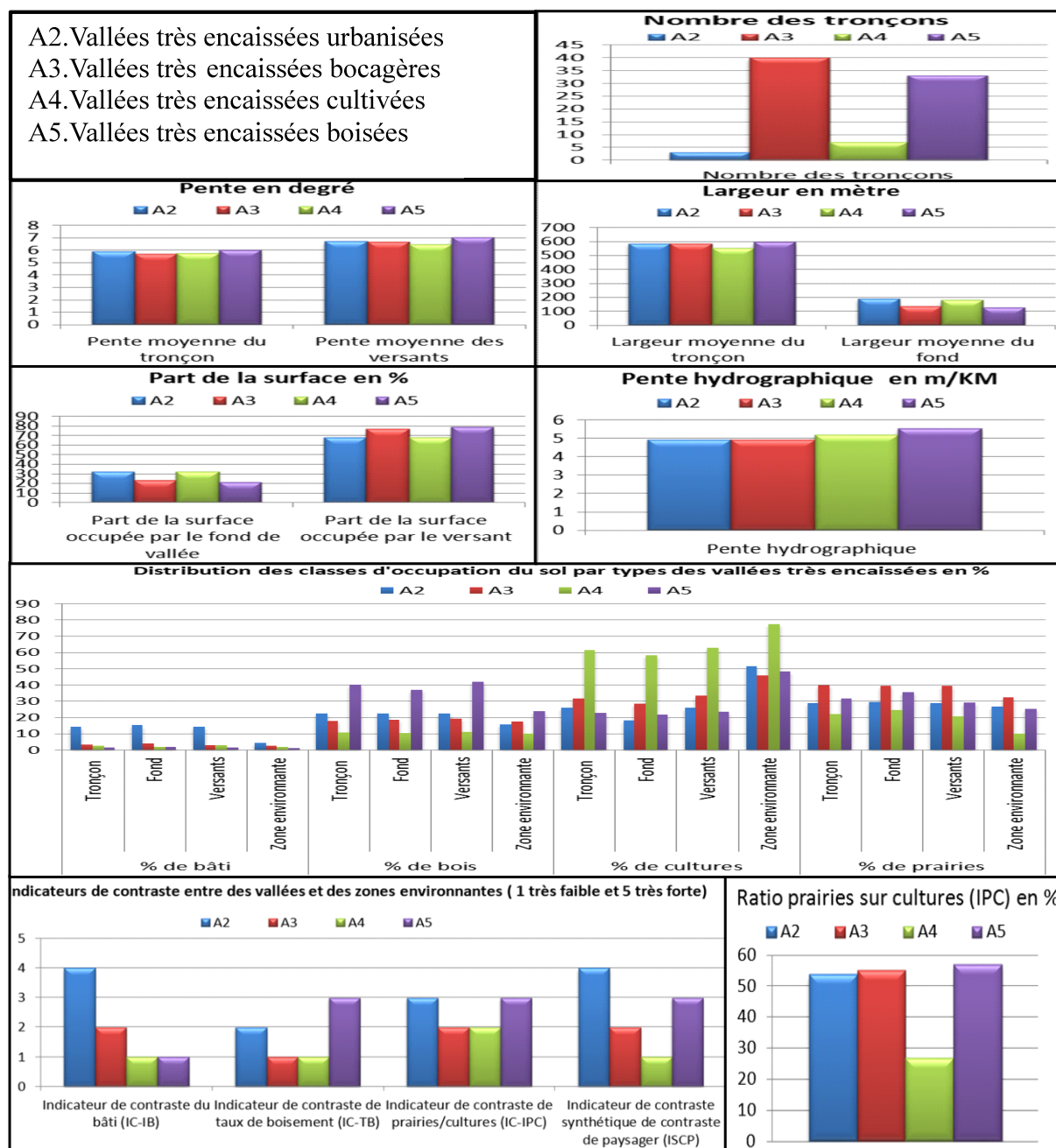


Figure 7.14- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées dans le BV de la Maine.

Dans les tronçons des vallées très encaissées, les types de l’occupation du sol sont divers avec une large prédominance de secteurs boisés et bocagers (Tableau 7.5).

Bassin	Nombre	%
Loir	20	24,09
Sarthe (sans Huisne)	16	19,27
Huisne	11	13,25
Mayenne (sans Oudon)	35	42,19
Oudon	1	1,20
Maine aval	0	0,00
Total	83	15,14 % (des tronçons du BV de la Maine)

Tableau 7.5- Nombre des tronçons des vallées très encaissées par sous bassins versants de la Maine.

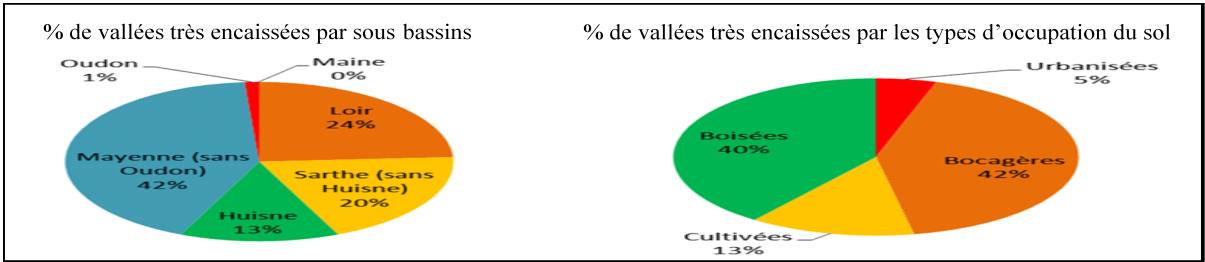


Figure 7.15- Répartition des tronçons des vallées encaissées par les sous bassin et les types d’occupation du sol.

Type d’occupation du sol	Loir	Sarthe	Huisne	Mayenne	Oudon	Maine aval	Total
Urbanisées	1	0	0	1	1	0	3
Bocagères	4	10	3	23	0	0	40
Cultivées	4	0	2	1	0	0	7
Boisées	11	6	6	10	0	0	33
Total	20	16	11	35	1	0	83

Tableau 7.6- Nombre de tronçons des vallées très encaissées par les types d’occupation et sous bassin de la Maine.

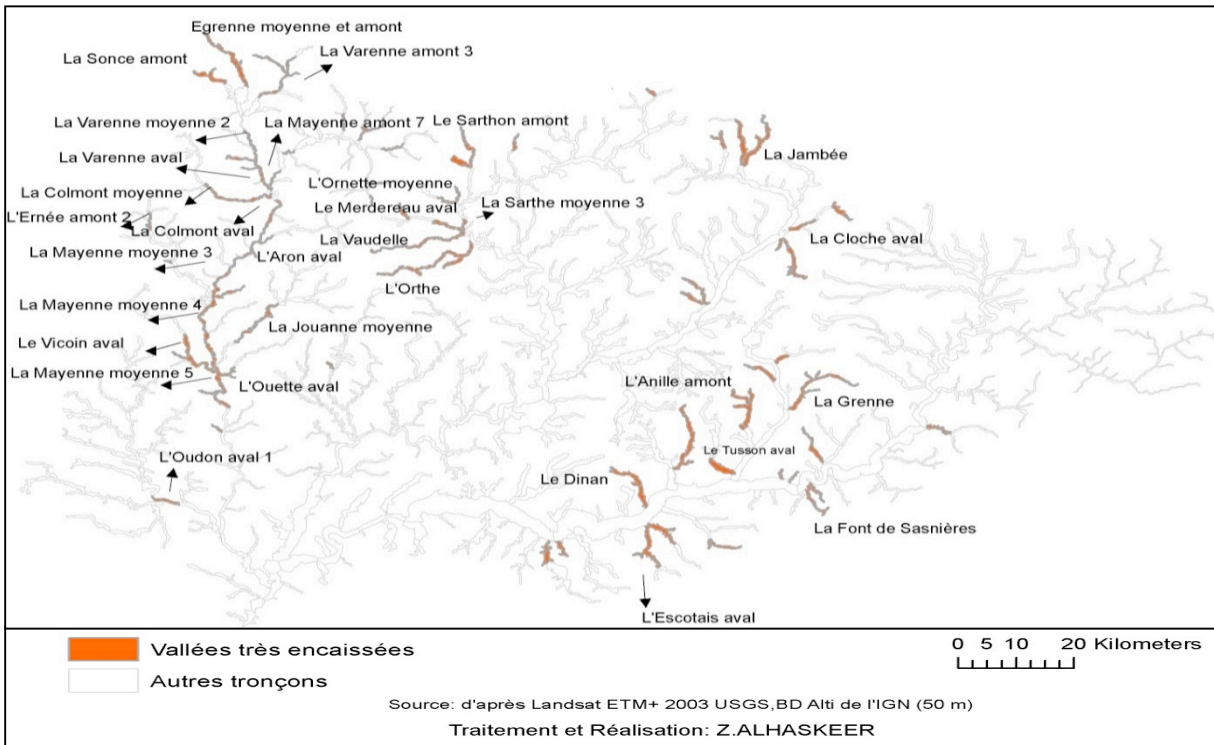


Figure 7.16- Localisation des vallées très encaissées dans le BV de la Maine (A2 à A5).

### 7.3.1. Les vallées très encaissées urbaines « A2 »

La typologie met en évidence des vallées très encaissées « urbanisées ». Ces tronçons présentent des surfaces bâties plus élevées par rapport des milieux environnants : 14,37 % à l'intérieur de ces tronçons contre 4,46 % dans les espaces qui les environnent et 2,09 % dans l'ensemble des autres tronçons des vallées très encaissées (Figure 7.19, Tableau 7.7). Ces tronçons contiennent de grands villages ou des bourgs comme Segré et Saint-Calais.

Les quatre tronçons de ce type ont des versants en pente forte (6,64° en moyenne) et un fond de vallée peu entendu (191 m en moyenne), deux tronçons sont situés dans le bassin versant du Loir (partie aval de l'Escotais et l'Anille amont). Ces tronçons sont associés à des cours d'eau de faible ordre (sauf l'Oudon aval), en pentes fortes. L'encaissement est de 25 m (Oudon aval 1) à 30 m (Escotais aval) mais peut atteindre plus 45 m (Vée moyenne). Ce sont de petites vallées encaissées avec un fond de vallée peu étendu mais bien individualisé et des versants bien marqués avec de pente forte. Leur fond est généralement inférieur à 300 m de large et peut rétrécir jusqu'à une largeur inférieure à 125 m (Figure 7.17). Elles renferment un paysage moyennement boisé dans lequel l'emprise des surfaces bâties se révèle importante malgré le caractère rural de ces paysages dominés par les cultures et les bois.

A2.Vallées très encaissées urbanisées (4 tronçons, soit 0,72 % des vallées)				
A2.Vallées très encaissées urbanisées				
Variables morphométriques				
Pente moyenne du tronçon en degré				5,88
Pente moyenne de versant en degré				6,70
Largeur moyenne du tronçon en mètre				584
Largeur moyenne du fond en mètre				191
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %				32
Part de la surface occupée par le versant en %				68
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km				1,10
Pente hydrographique (m/km)				4,94
A2.Vallées très encaissées urbanisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	14,37	15,51	14,37	4,49
% de bois	22,58	22,40	22,58	15,92
% de cultures	26,07	18,16	26,07	51,43
% de prairies	28,74	29,61	28,74	26,70
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	53,68			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	4			

Tableau 7.7- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées urbaines.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
L'Escotais aval	Loir	Entre La Roche Racan et Le Loir	6,47	15-30	300	16,92	2,10
L'Anille amont	Loir	Entre la source et Saint-Gervais-de-Vic	6,38	15-30	185	10,61	1,97
La Vée moyenne	Mayenne	Entre Bagnoles-de-l'Orne et Le Moulin de Tessé	7,01	15-45	125	4,75	12,20
L'Oudon aval 1	Mayenne	Entre La Planchette et La Chapelle-sur-Oudon	6,71	15-30	155	6,11	0,65

Tableau 7.8- Caractéristiques morphométriques des vallées très encaissées urbaines.



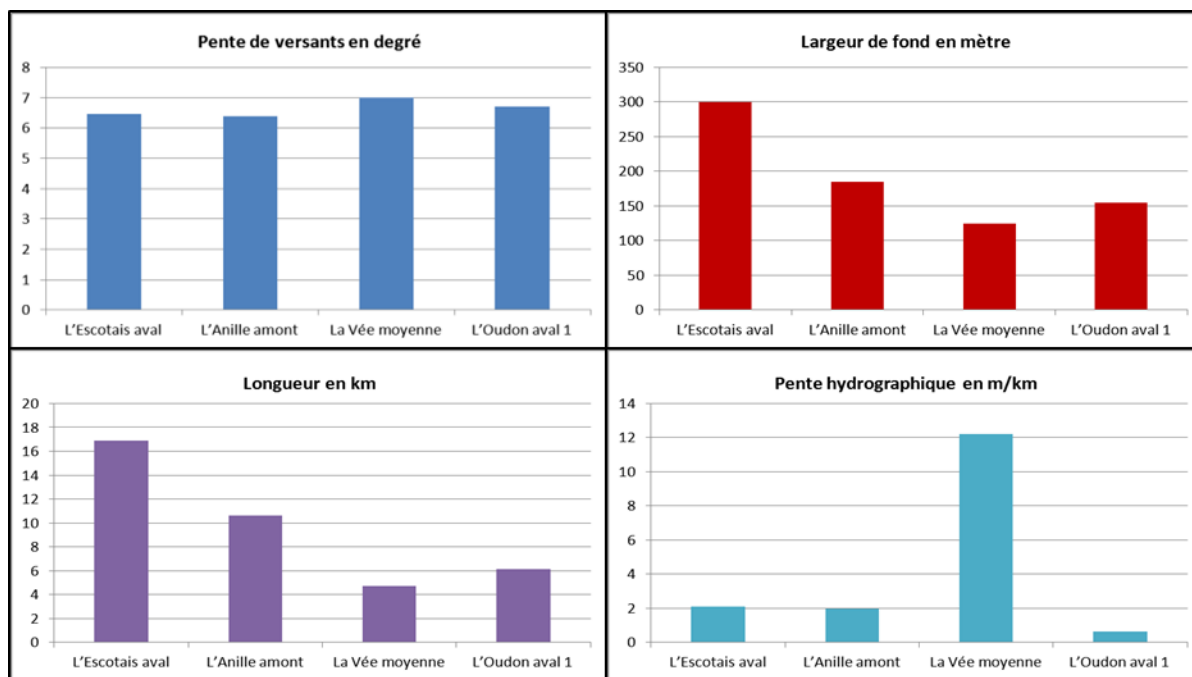


Figure 7.17- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées urbaines.

Des variantes apparaissent sur les graphiques de la figure 7.18.

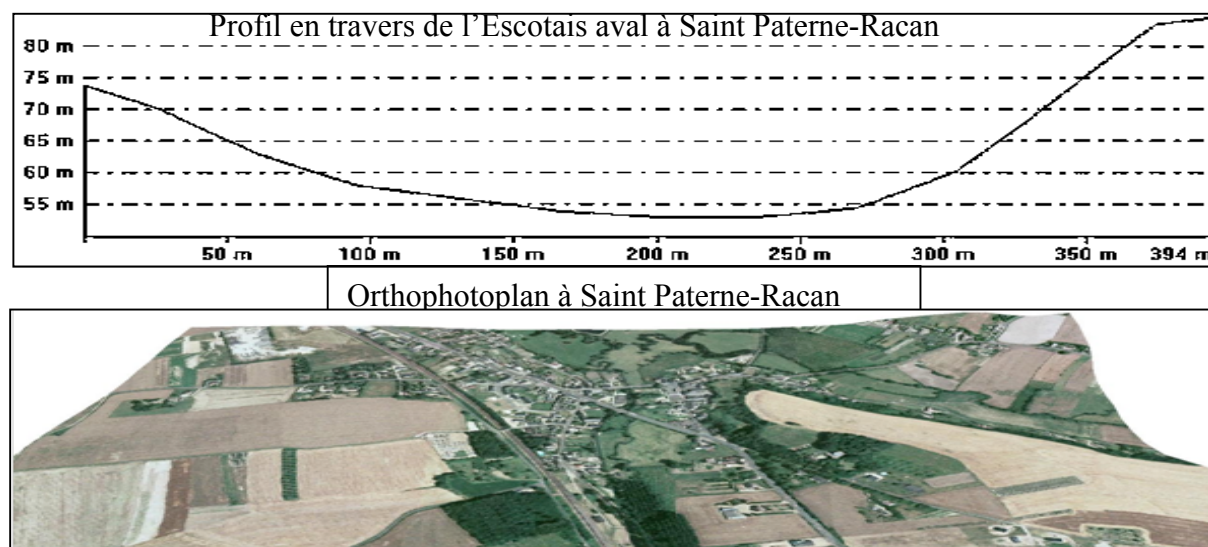


Figure 7.18- Exemple de Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées urbanisées (Escotais aval).

L'Escotais aval, l'Anille amont et l'Oudon aval présentent des taux d'emprise urbaine plus forts que les espaces qui les environnent (respectivement 10,80 % contre 1,08 %, 7,48 % contre 0,68 % et 24,96 % contre 8,26 %). Cela signifie que ces tronçons sont très contrastés avec leurs milieux environnants. Malgré tout, les paysages de ces tronçons restent à dominante rurale (sauf l'Oudon aval) et les parcelles en prairies occupent une place importante. En moyenne, 31 % de la surface de ces tronçons est occupée par des prairies et 26 % par des cultures (Tableau 7.9) situées dans les fonds de vallées (16,88 % en moyenne) mais aussi sur les versants (31,40 % en moyenne). Les prairies permanentes occupent dans les fonds de vallées 32 % en moyenne et presque autant sur les versants (30,10 % en moyenne).

(Figure 7.20). Les bois sont également très présents dans ces tronçons. Ils occupent près de 23,46 % de leur surface et presque 24,41 % dans les fonds de vallée. Des boisements plus étendus occupent le fond de vallée et les versants.

Généralement, le paysage présente une mosaïque complexe où s'imbriquent labours, prairies permanentes et surfaces boisées. Enfin, on peut dire que l'étalement urbain est favorisé par la présence d'axes de communication qui empruntent ces vallées.

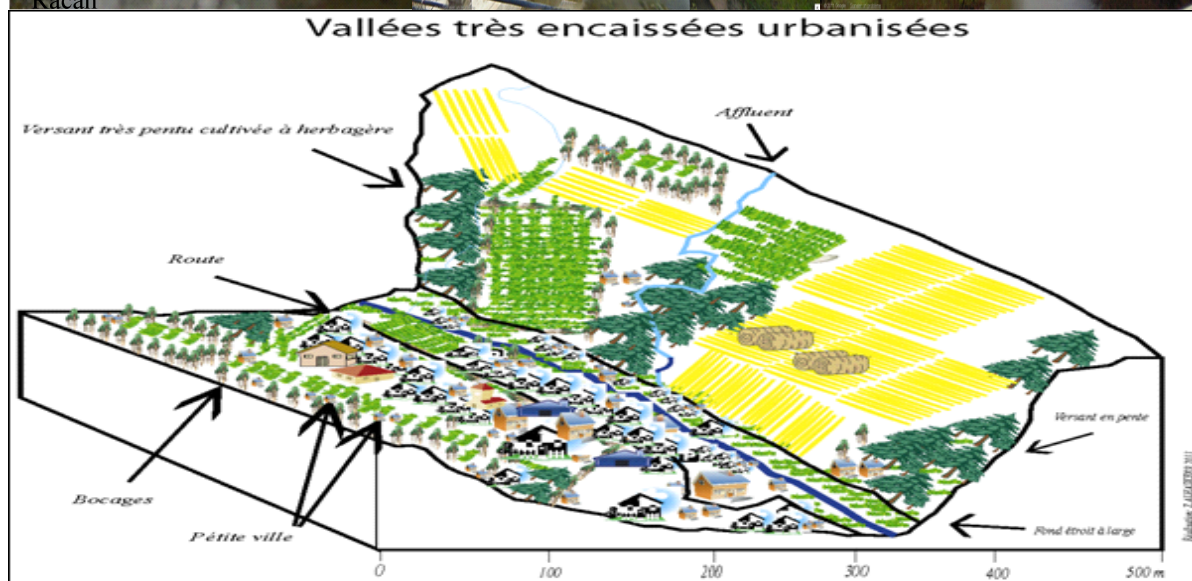
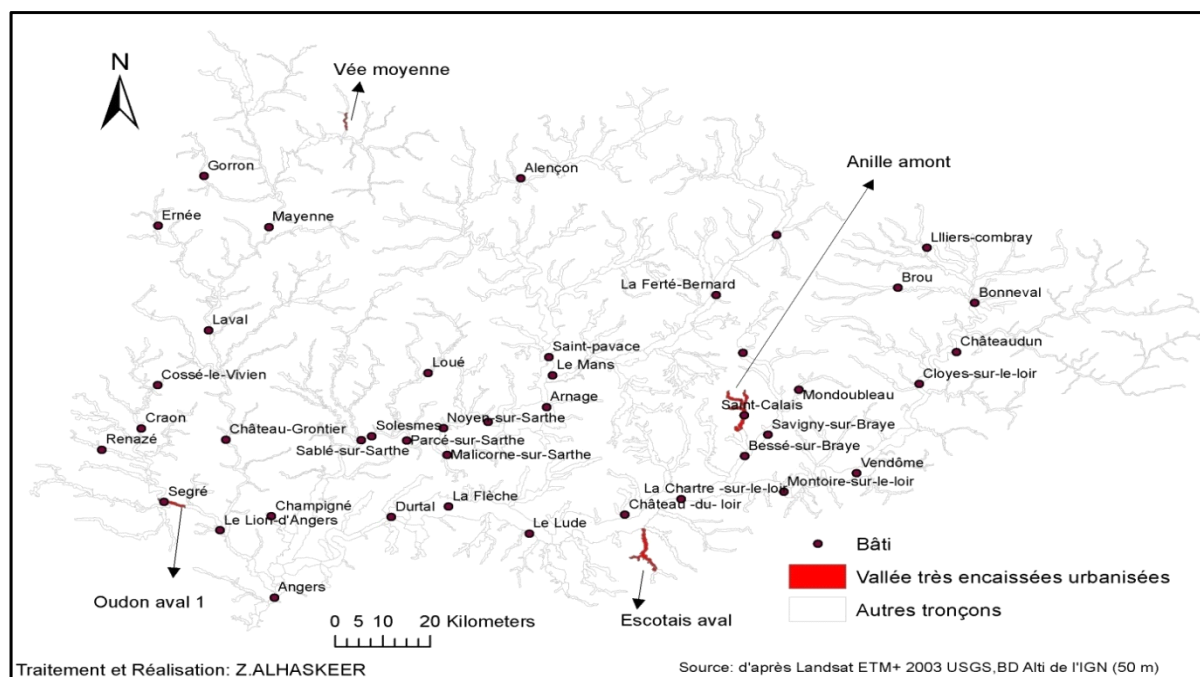


Figure 7.19- Caractéristiques des vallées très encaissées urbaines.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Escotais aval	15,81	6,17	13,04	35,86	40,42	34,88	30,44	23,03
L'Anille amont	11,15	5,36	27,54	49,37	47,86	39,41	11,92	5,73
La Vée moyenne	9,68	11,92	11,31	17,20	24,38	16,10	48,16	49,08
L'Oudon aval 1	25,69	24,64	15,62	23,18	16,60	30,02	7,13	14,13

Tableau 7.9- Répartition des types d'occupation du sol par les tronçons très encaissés urbanisés.

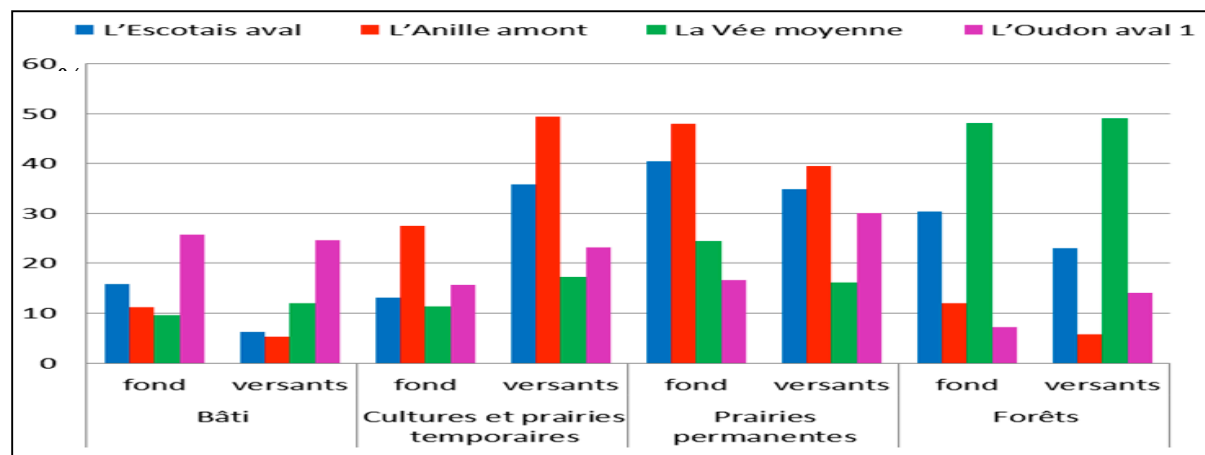


Figure 7.20- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées urbaines.



Photographie 7.2- Illustrations photographiques des vallées très encaissées urbaines.



La vallée de l'Escotais est particulière. Elle est caractérisée par un profil typique des vallées creusées dans les terrains calcaires, très encaissée, densément végétalisée (polyculture, prés et bois, peupleraies en fond de vallon (Agence Bosc et Pigot, 2001) et présentant une urbanisation importante (habitat initialement troglodyte) (Photographie 7.3). L'habitat occupe 11 % de surface du tronçon avec quelques hameaux implantés en bas de versant ou dans le fond de vallée. Enfin, la vallée de l'Escotais correspond l'unité paysagère « *L'influence du loir* » dans l'Atlas d'Étude Paysages de l'Indre et Loire (2001) à l'échelle de département. « Cette unité se caractérise par une végétation sous forme de bois et bosquets, accompagnant souvent l'habitat rural et les villages, un relief ondulant plus ou moins marqué recouvert de grands tapis de couleurs (prairies, cultures), offrant de larges vues panoramiques présence de vallées encaissées où se concentrent châteaux et manoirs, abbaye retirée » (Étude Paysages de l'Indre et Loire, 2001).



Photographie 7.3- Illustrations photographiques de vallée de l'Escotais.

### 7.3.2. Les vallées très encaissées bocagères « A3 »

Les « vallées très encaissées bocagères » présentent 42 % des tronçons de vallées très encaissées (35 tronçons). Ce sont de vallées étroites à fond plat et étroit (de 43 à 280 m) encadrées de versants rectilignes, dont les pentes moyennes (moins de 7° d'inclinaison) occupent 77 % de la surface des tronçons (Tableau 7.10 et Figure 7.21).

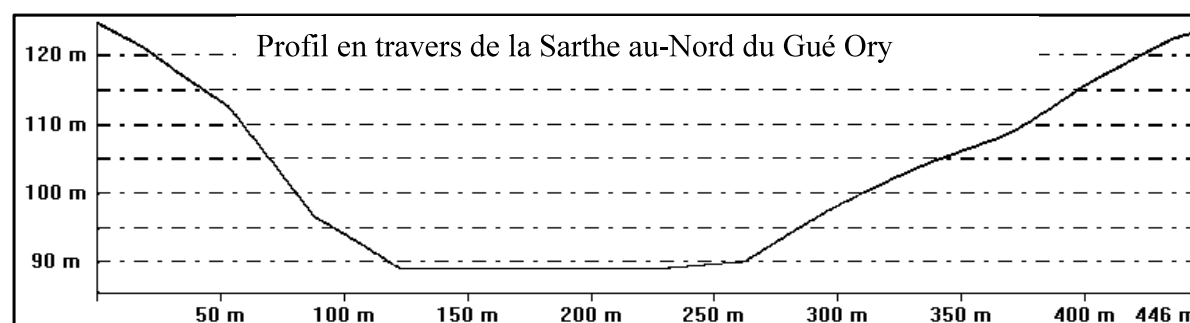
Par exemple, la vallée de la Vaudelle (BV Sarthe) s'étend sur une largeur de (160 à 180 m) sur 21 km de long. Elle est encaissée de 40-50 m dans une zone gréseuse, la rivière a creusé la roche et a dessiné une vallée au profil très encaissé (Tableau 7.10 et Figure 7.23).

**A3.Vallées très encaissées bocagères  
(40 tronçons, soit 7,30 % des vallées)**

A3.Vallées très encaissées bocagères <i>Variables morphométriques</i>	
Pente moyenne du tronçon en degré	5,70
Pente moyenne de versant en degré	6,69
Largeur moyenne du tronçon en mètre	585
Largeur moyenne du fond en mètre	135
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	23
Part de la surface occupée par le versant en %	77
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,18
Pente hydrographique en m/km	4,94

A3.Vallées très encaissées bocagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	3,37	3,97	3,03	2,77
% de bois	17,96	18,69	19,45	17,63
% de cultures	31,67	28,66	33,38	46,03
% de prairies	39,77	39,67	39,57	32,58
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	55,06			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.10- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées bocagères.



Orthophotoplan de la Sarthe au-Nord du Gué Ory



Figure 7.21- Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées bocagères, exemple la vallée de la Sarthe au-Nord du Gué Ory.

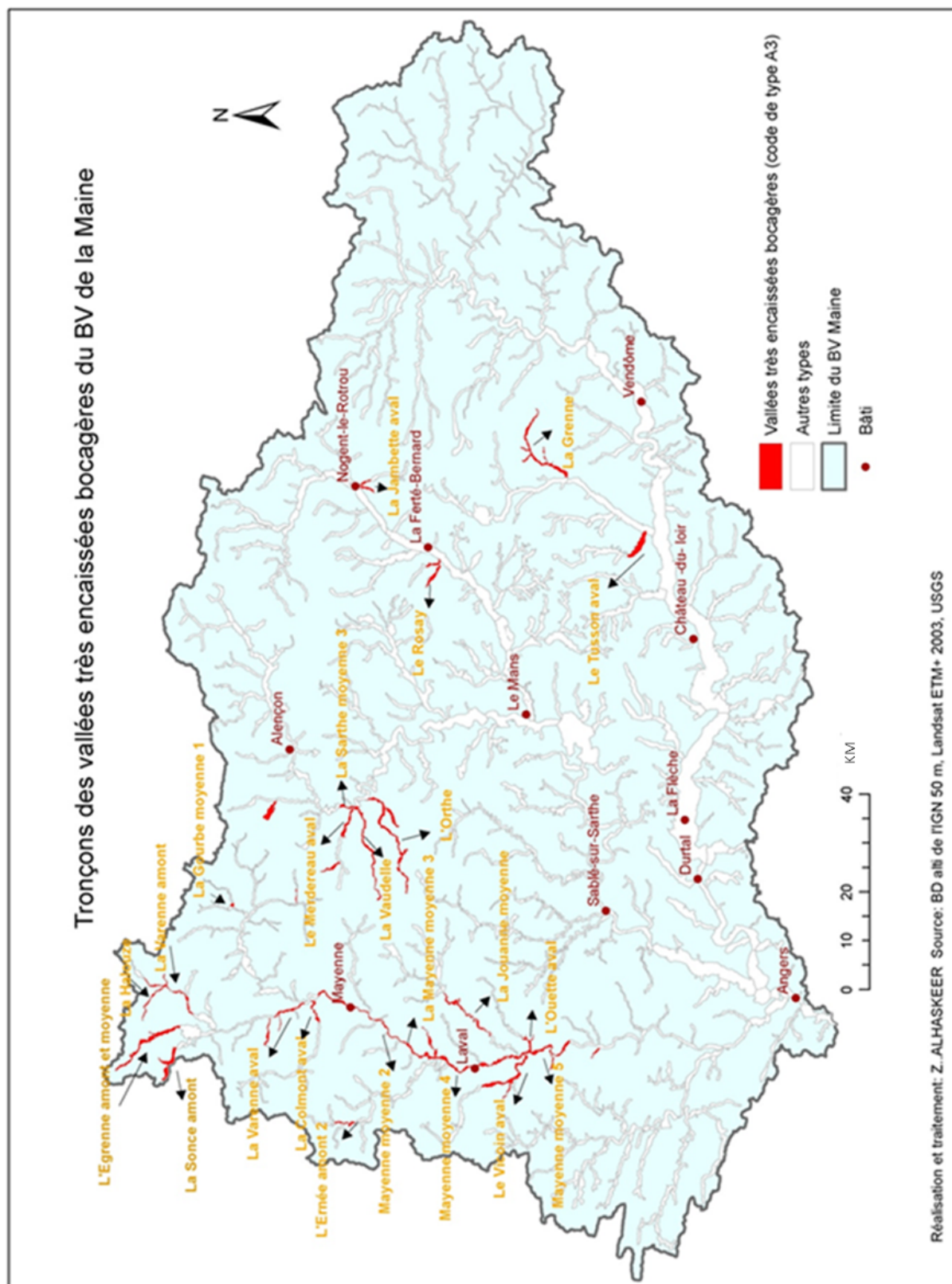


Figure 7.22- Localisation des vallées très encaissées bocagères.



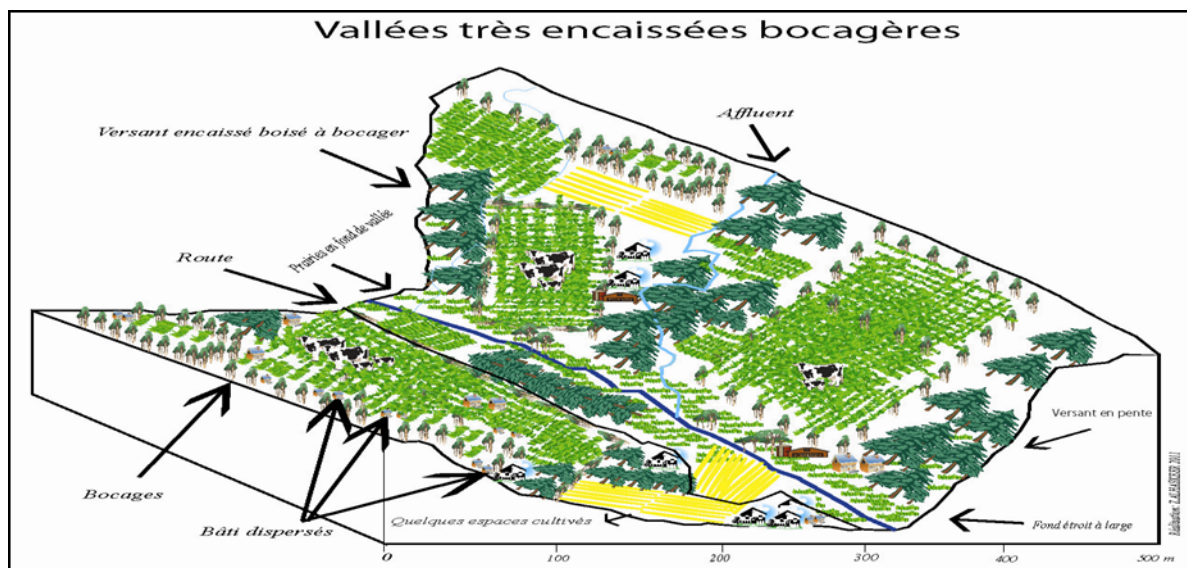


Figure 7.23- Schéma d'une vallée très encaissée bocagère.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Le Tusson aval	Loir	Entre Vancé et la confluence avec le Loir	6,68	40-50	385	7,07	3,10
La Grenne	Loir	Affluent de la Bray	6,68	20 -25	280	10,06	4,48
La Sarthe moyenne 3	Sarthe	Entre le Gué Ory et St-Léonard-des-Bois	5,82	35 -50	216	4,22	0,7
L'Orthe	Sarthe	Au nord de Fresnay-sur-Sarthe	6,97	30 - 45	219	12,89	6,49
La Vaudelle	Sarthe	Au nord de Fresnay-sur-Sarthe	6,17	10-50	171	21,42	6,08
Le Merdereau aval	Sarthe	St-Paul-le-Gaultier et Sarthe	8,93	15-50	128	7,11	4,36
Ruisseau de Rou Pérou	Sarthe	Affluent du Merdereau	6,29	15-55	64	5,16	8,9
Le Chandon	Sarthe	Affluent du Sarthon	5,18	15-70	97	3,04	7,89
Ruisseau de l'Etang de Boulay aval	Huisne	Affluent de l'Huisne	6,14	30-40	60	4,08	3,91
Le Rosay	Huisne	Affluent de Boulay	6	30-45	122	2,16	5,07
La Jambette aval	Huisne	Entre Le Guimpier et Nogent-le-Rotrou	8,76	30-45	153	2,97	5,03
La Mayenne moyenne (tronçons 2, 3,4 et 5)	Mayenne	Entre l'embouchure de la Colmont et Houssay	7,83	15 -55	178	70,44	1,02
Ruisseau du Bouillon	Mayenne	Affluent de la Mayenne	5,85	15-20	94	2,68	10,04
Ruisseau de Brault	Mayenne	Affluent de la Mayenne	6,81	30-40	65	4,16	5,27
L'Ouette aval	Mayenne	Moulin à Tan	6,32	30-35	82	4,59	2,82
Le Galoi	Mayenne	Affluent du Vicoin	5,47	20-25	43	3,75	4,26
Le Vicoin aval	Mayenne	Entre St- Berthevin et l'embouchure du Vicoin	6,92	15-45	217	15,56	1,79
La Jouanne moyenne	Mayenne	Entre Montsûrs et Neau	6,6	25-40	158	19,1	1,25
L'Ernée amont 2	Mayenne	Entre la source et Le Bois Lor	6,77	25-30	110	5,04	4,56
La Colmont aval	Mayenne	Entre Oisseau et l'embouchure de la Colmont	7,16	15-30	174	6,42	1,55
La Gourbe moyenne	Mayenne	Entre Gorge de Villiers et la confluence la Maure avec La Gourbe	5,68	15-50	110	1,05	11,35
Ruisseau de la Broutte aval	Mayenne	Affluent de l'Aisne	6,69	20-25	104	3,14	7,95
La Varenne amont	Mayenne	Entre au Sud Domfront et confluence de la Halouze avec la Varenne	7,47	25-30	145	14,46	4,76
La Sonce amont	Mayenne	Affluent de l'Egrenne	7,51	35-60	167	7,06	7,35
Ruisseau de Froulay	Mayenne	Affluent de la Varenne	6,3	15-20	112	7,22	5,81
L'Aversaie	Mayenne	Affluent de la Varenne	5,7	15-20	87	3,81	11,01
L'Egrenne amont et moyenne (2 tronçons)	Mayenne	Entre la source de l'Egrenne et la Châtellier	6,97	25-45	238	18,39	4,94
La Varenne aval	Mayenne	entre Ambrières-les-Vallées et la confluence avec la Mayenne	6,97	15-20	165	7,11	0,56
La Varenne amont 2 et 3	Mayenne	Entre la Fonte et Domfront	7,47	20-25	155	7,23	4,76
La Halouze	Mayenne	Affluent de la Varenne	6,1	15-20	101	8,81	5,1

Tableau 7.11- Caractéristiques morphométriques des vallées très encaissées bocagères.

La figure 7.24 montre que les tronçons très encaissés bocagers sont marqués par une pente des versants peu variable (moins de 8°) (sauf les pentes des versants des vallées de la Jambette aval et du Merdreau aval) et une largeur moyenne des fond de vallées en général de 250m (sauf le Tusson aval et la Grenne et une longueur proche des tronçons, dont la longueur moyenne des tronçons atteint à 10 km).

La vallée de la Mayenne moyenne se compose de 4 tronçons, dont la longueur moyenne atteint à 18 km et la longueur totale 70 km. Les profondeurs des vallées sont entre 10 et 50 m, sauf les vallées du Chandon et de la Sonce amont qui atteignent à 70m. Par contre, les pentes hydrographiques sont différentes. On trouve que la pente hydrographique, dans les tronçons des vallées de la Gourbe moyenne, l'Aversaie et ruisseau du Bouillon sont différentes sont fortes.

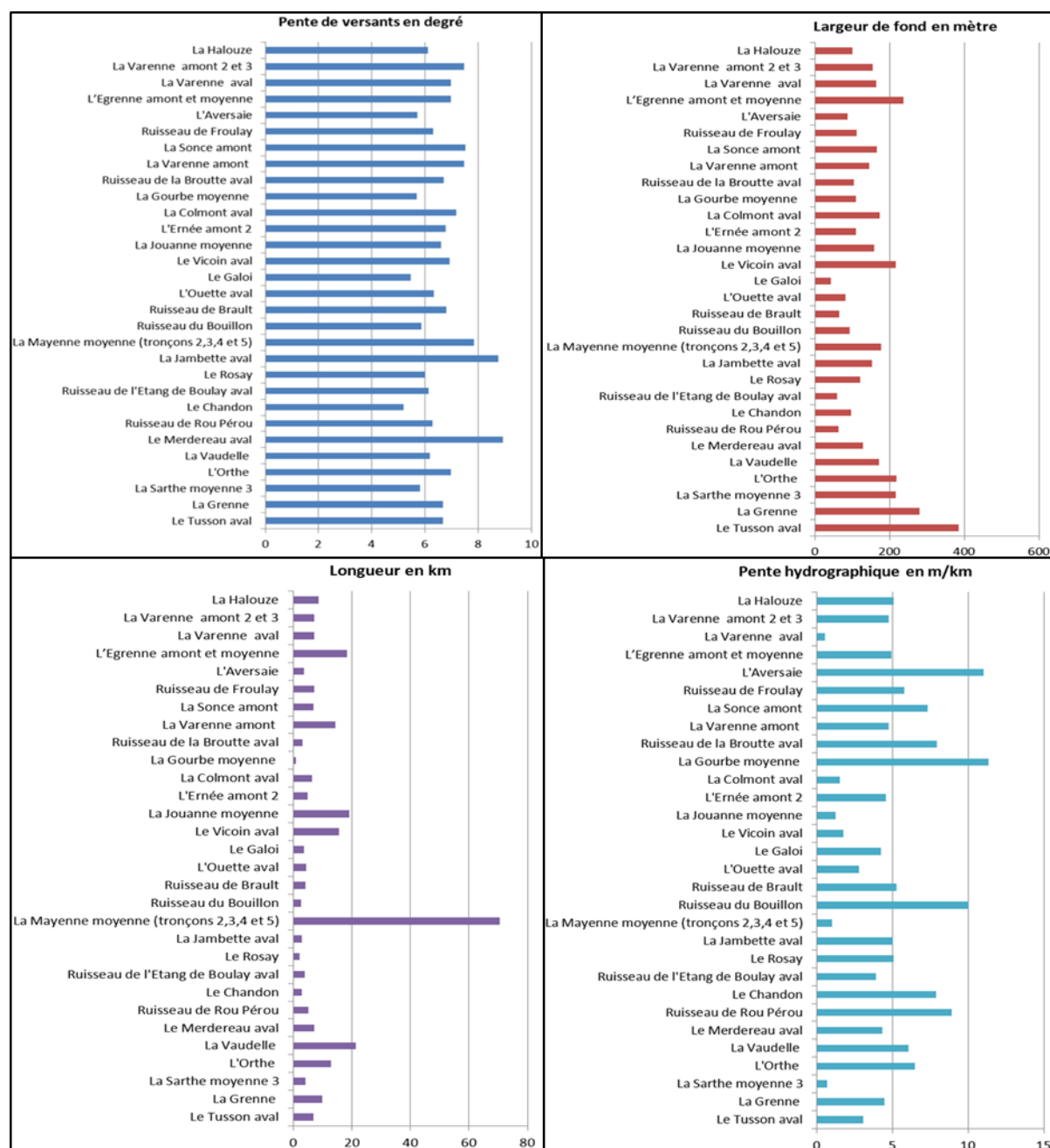


Figure 7.24- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées bocagères.

Les fonds de vallées sont occupés par des prairies permanentes. Elles couvrent 82 % du fond de la vallée de la Gourbe moyenne, 60-65 % de celui de la Sarthe moyenne, du Tusson aval du Galoi et 56 % de celui du Merdereau aval, (Tableau 7.12). Les versants sont recouverts de prairies (jusqu'à 54 % sur le Merdereau aval et 61 % sur la Gourbe moyenne). Celles-ci sont encloses de haies qui forment un maillage de bocage. Ce réseau est dense dans la vallée de la Colmont aval où 32% des versants sont boisés. Les parcelles moins pentues sont également cultivées, en particulier sur le Vicoin aval. L'habitat, qui occupe en moyenne 4 % de la surface des tronçons, est très dispersé. De petits hameaux sont implantés sur les versants et de nombreuses fermes sont également isolées sur les versants où se trouvent aussi des hangars agricoles plus modernes et des bâtiments abritant des stabulations.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Le Tusson aval	0,44	1,56	31,42	35,28	61,37	55,78	6,75	7,36
La Grenne	3,12	3,86	51,42	28,59	37,73	58,09	7,69	9,37
La Sarthe moyenne 3	1,76	2,49	22,39	31,20	59,64	48,73	7,24	10,89
L'Orthe	0,96	0,55	26,71	32,73	41,22	42,58	27,42	22,23
La Vaudelle	1,15	1,33	22,69	36,72	45,64	36,26	27,43	24,07
Le Merdereau aval	0,38	2,77	19,69	29,07	56,04	52,96	20,00	14,23
Ruisseau de Rou Pérou	3,20	5,36	34,68	40,55	42,90	36,06	17,23	16,39
Le Chandon	0	1,44	28,47	34,81	24,74	36,47	42,86	26,90
Ruisseau de l'Etang de Boulay aval	0,24	0,18	22,07	38,60	57,96	44,93	19,25	16,21
Le Rosay	5,80	0,63	30,75	25,53	18,07	43,18	38,69	29,59
La Jambette aval	9,06	10,20	15,42	17,62	48,37	51,29	27,13	20,87
La Mayenne moyenne	12,70	8,24	14,94	26,03	28,48	33,10	15,21	15,75
Ruisseau du Bouillon	0	0,76	27,36	32,32	70,82	63,19	0,24	2,96
Ruisseau de Brault	1,98	1,12	42,43	35,59	41,77	51,07	5,69	9,58
L'Ouette aval	0,83	0,79	27,08	31,53	51,89	43,40	13,40	18,99
Le Galoi	1,64	0,51	25,95	44,35	65,31	50,00	5,61	5,07
Le Vicoin aval	1,31	2,80	39,48	38,57	38,40	40,01	18,17	16,16
La Jouanne moyenne	2,62	2,73	37,75	34,51	43,54	43,07	7,25	10,77
L'Ernée amont	8,0	17,13	46,07	43,90	30,07	25,76	6,34	1,74
La Colmont aval	2,11	2,50	24,32	26,91	38,59	33,83	27,63	32,67
La Gourbe moyenne	0	0	13,95	20,64	82,14	61,42	3,89	17,93
Ruisseau de la Broutte aval	0,25	0,99	7,27	34,12	76,83	45,09	14,39	18,14
La Varenne amont	4,08	2,05	14,33	31,87	32,13	19,20	35,68	26,47
La Sonce amont	6,00	4,07	17,26	28,47	27,46	29,24	30,43	26,92
Ruisseau de Froulay	2,90	2,02	19,95	30,10	36,81	31,98	10,01	15,04
L'Aversaie	0,59	1,04	15,47	32,24	32,49	27,85	25,81	24,28
L'Egrenne amont et moyenne	2,05	2,44	27,11	30,35	47,41	38,70	15,84	20,15
La Varenne aval	6,79	0,22	27,03	26,39	22,35	42,83	24,74	15,26
La Varenne amont 2 et 3	4,04	2,05	14,36	19,21	32,14	31,88	35,65	26,47
La Halouze	1,16	1,45	38,49	31,84	26,85	32,54	16,65	23,75

Tableau 7.12- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons très encaissés bocagers.

Nous constatons que les tronçons des vallées de la Mayenne moyenne, de la Jambette aval, de l'Ernée amont et du Rosay sont plus urbanisés (plus de 10 % de surface des tronçons) que d'autres tronçons des vallées très encaissées bocagères. Les tronçons plus herbagères sont situés dans la vallée de la Gourbe moyenne, de ruisseau du Bouillon et du Galoi. Les tronçons des vallées qui sont plus cultivés : le Vicoin aval et l'Ernée amont. Les vallées moins

forestières sont situées dans la vallée du Tusson aval, de la Grenne, ruisseau du Bouillon et de Ruisseau de Brault.

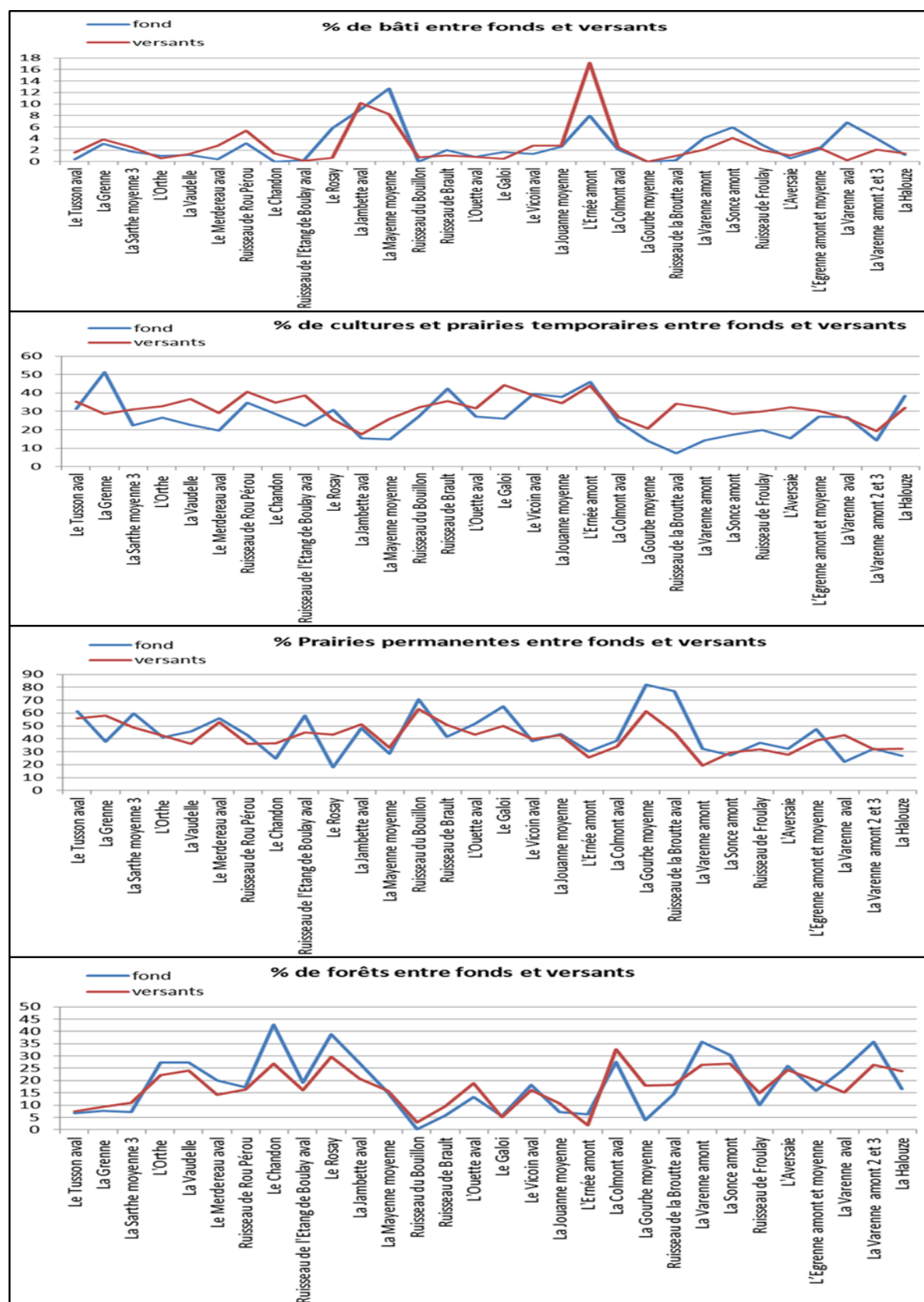


Figure 7.25- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées bocagères.

Afin de bien montrer les caractéristiques des vallées très encaissées bocagères, nous avons choisi un exemple (tronçons de la vallée de la Mayenne) qui permet de décrire les caractéristiques morphométriques et la distribution des classes d'occupation du sol, et ainsi de comparer ces tronçons avec les unités paysagères de l'atlas des paysages pour valider notre typologie. Le choix de ces tronçons repose sur l'importance de la vallée de la Mayenne et les visites de terrain.

La vallée très encaissée bocagère de la Mayenne moyenne se compose de 4 tronçons (Tableau 7.13) et (Figure 7.26) :

- Le tronçon N°2 entre l'emboucheur de la Colmont et Moulay ;
- Le tronçon N°3 entre Moulay et Montflours ;
- Le tronçon N°4 entre Montflours et Entrammes ;
- Le tronçon N°5 entre Entrammes et Houssay

Tronçon	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Mayenne moyenne N°2	Entre l'emboucheur de la Colmont et Moulay	6,64	30-40	138	18,06	1,05
Mayenne moyenne N°3	Entre Moulay Montflours	7,98	20-35	142	12,01	2,08
Mayenne moyenne N°4	Entre Montflours et Entrammes	8,45	40-50	219	22,32	0,58
Mayenne moyenne N°5	Entre Entrammes et Houssay	8,24	40-50	198	18,04	0,38

*Tableau 7.13- Caractéristiques morphométriques de vallée de la Mayenne moyenne.*

Le tronçon N°2 de la Mayenne, entre l'emboucheur de la Colmont et Moulay, est caractérisé par un fond assez étroit (138 m en moyenne), des versants abrupts et une pente hydrographique faible. Dans ce tronçon, la Mayenne traverse un substratum composé de schistes.

- Le fond de la vallée est occupé par les prairies (40 % de la surface) et la végétation est dense le long du cours d'eau. Les surfaces boisées occupent 18 %, tandis que les surfaces cultivées présentent 11 % de la superficie du tronçon. Le fond est urbanisé, l'habitat occupe 10 % (Tableau 7.14).
- Les coteaux sont bocagers et peu boisés, les prairies y présentent 28 % et les surfaces boisées occupent 12 %, les surfaces cultivées présentent 27 % de la superficie du tronçon. Les versants de ce tronçon est également urbanisés, dont le bâti occupe 13 %. La ville de Mayenne est la grande agglomération dans ce tronçon.

D'après l'atlas des paysages de la Mayenne, la vallée de la Mayenne correspond à l'unité paysagère «le cœur de la Mayenne». Cette unité a été classée en trois séquences : de la Lacelle à la ville de Mayenne, de la ville de Mayenne à Laval et de Laval à Château-Gontier. Ces séquences se caractérisent par une vallée est globalement assez étroite et encaissée, des coteaux bocagers partiellement boisés (Atlas de la Mayenne, 1999).

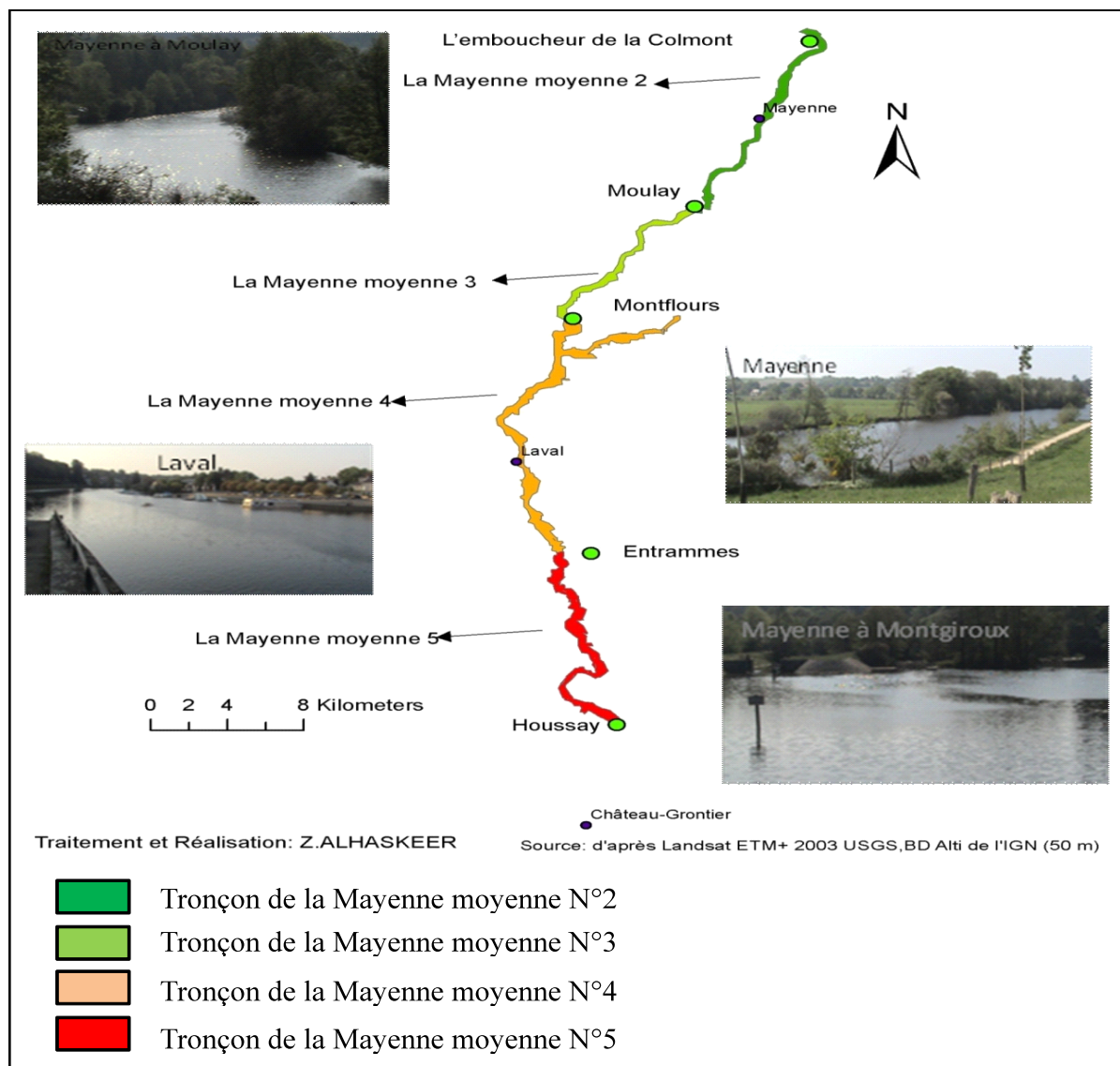


Figure 7.26- Tronçons de vallée de la Mayenne moyenne.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Mayenne moyenne N°2	9,56	13,10	10,84	27,15	36,60	28,26	18,44	12,20
La Mayenne moyenne N°3	3,25	3,02	11,20	19,62	27,99	39,85	18,00	16,96
La Mayenne moyenne N°4	32,48	13,76	16,69	26,21	19,80	30,72	14,51	18,91
La Mayenne moyenne N°5	5,76	3,09	20,51	31,21	29,30	33,67	10,11	14,93

Tableau 7.14- Répartition des types d'occupation du sol dans les tronçons des vallées très encaissées bocagères de la Mayenne.

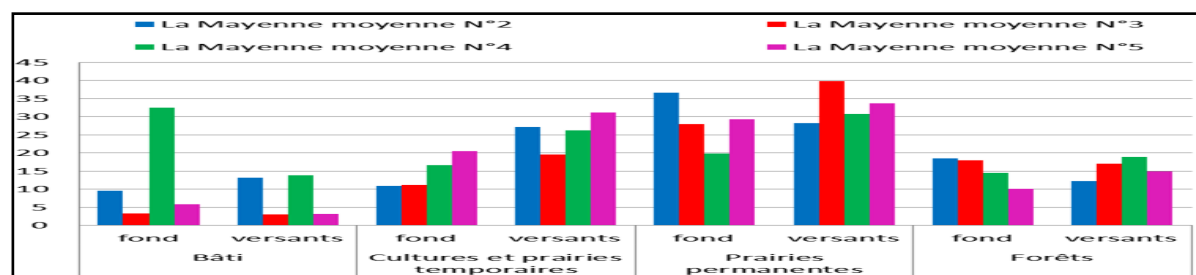


Figure 7.27- Comparaison des classes de l'occupation du sol des tronçons de la vallée de la Mayenne moyenne.



Les caractéristiques morphologiques du tronçon N°3 de la Mayenne (entre Moulay et Montflours) sont semblables à celles-ci dans le tronçon N°2, sauf la pente hydrographique qui est plus élevée (2,08 m/km). Ce raidissement pourrait être attribué essentiellement à la barre de grès armoricains. A partir de Moulay, la rivière retrouve un caractère plus sauvage avec ses berges escarpées et verdoyantes. Les coteaux en pente douce alternent avec des coteaux escarpés et boisés (Atlas de la Mayenne, 1999).



*Photographie 7.4- Illustrations photographiques des vallées très encaissées : exemple tronçons de la Mayenne.*

Le tronçon N°3 de la Mayenne (entre Montflours et Entrammes) s'encaisse et les versants sont très abrupts (8,45°). Au sud de Laval, la vallée s'élargit et les coteaux sont plus vastes. La largeur moyenne du fond est 220m. Ce tronçon était plus chahuté par rapport des autres tronçons. Il correspond à la traversée du Bassin de Laval qui associe des schistes, grès et calcaires. Les prairies occupent le fond de vallée mais les versants sont boisés et herbagers. Le réseau bocager est discontinu et peu dense. Ce tronçon comprend un paysage très urbanisé et Laval constitue une grande agglomération dans le BV de la Mayenne

Le tronçon N°5 de la Mayenne (entre Entrammes et Houssay) se caractérise par un fond étroit (200 m) et des versants abrupts boisés à herbagés. La pente hydrographique est très faible et ne dépasse que 0,38m/km. Les surfaces cultivées augmentent dans ce tronçon et forment un mélange entre les prairies permanentes et les cultures.

Ainsi dans ces tronçons de la vallée de Mayenne, nous constatons que la pente des versants et la largeur des fonds augmentent de l'amont vers l'aval (du tronçon N°2 à N°5) et la pente hydrographique diminue. En générale, les prairies occupent toujours une place importante (32 % en moyenne). Le bocage rencontré n'est pas homogène sur l'ensemble des tronçons, néanmoins le type de bocage le plus fréquent correspond à un réseau peu dense, comprenant peu de haies dégradées. Les boisements sont situés principalement le long des cours d'eau et sur les coteaux, dont les haies hautes sur talus imposants. Les surfaces cultivées occupent 22%, mais ces surfaces augmentent vers l'aval.

Enfin, la vallée de la Mayenne est un paysage naturel et façonné par l'homme. Les tronçons de la vallée de la Mayenne moyenne correspondent avec l'unité paysagère « *Le Cœur de la Mayenne* » dans l'atlas des paysages du département de la Mayenne en 1999. Cette unité est constituée de différents paysages distincts (paysages de vallées, de bois et d'étangs, urbains en forte mutation et enfin, paysages marqués par les infrastructures et les industries (Atlas de la Mayenne, 1999).

La position des agglomérations mayennaises crée un événement paysager présentant un grand potentiel de valorisation et contribuant fortement à la caractérisation de ces tronçons. L'activité humaine actuelle génère des mutations rapides notamment aux abords des trois grands pôles urbains du département (Laval, Mayenne, Château-Gontier). Les extensions urbaines et le développement des zones d'activités en entrée de villes tendent à banaliser les paysages de vallées. Les paysages ruraux se sont profondément modifiés sous l'effet notamment d'une intense modernisation agricole. L'ouverture du maillage est particulièrement dommageable aux abords des sites urbanisés. Ainsi, les plantations de peupliers le long de la vallée de la Mayenne modifient de manière plus conséquente le paysage perçu depuis la vallée.

### **7.3.3. Les vallées très encaissées cultivées « A4 »**

Les « vallées très encaissées cultivées » présentent 8,43 % des tronçons de vallées très encaissées (7 tronçons). Ce sont de vallées dont les fonds étroits (entre 103 et 375m), sont dominés par de longs versants de forme concave inclinés entre 5,6° et 7,85° qui occupent 68 % de la surface des tronçons (Tableau 7.15).

**A4.Vallées très encaissées cultivées  
(7 tronçons, soit 1,28 % des vallées)**

A4.Vallées très encaissées cultivées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon en degré	5,76
Pente moyenne de versant en degré	6,46
Largeur moyenne du tronçon en mètre	550
Largeur moyenne du fond en mètre	181
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	32
Part de la surface occupée par le versant en %	68
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,15
Pente hydrographique en m/km	5,19

A4.Vallées très encaissées cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,70	1,79	3,04	1,84
% de bois	10,71	10,32	11,09	10,05
% de cultures	61,52	58,33	62,85	77,23
% de prairies	22,01	24,80	20,80	10,10
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	26,56			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.15- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées cultivées.

Par exemple, la vallée du Dinan amont (Bassin versant du Loir) large de 450 m s'étire sur 4 km de long. Elle est encaissée de 20-25 (Tableau 7.16) (Figure 7.29).

Les tronçons encaissés cultivés se situent majoritairement dans le bassin versant du Loir dont ils présentent 58 % des tronçons cultivés.

Tronçon	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Jambette amont	Huisne	Entre la Source et le Guimpier	6,2	20-25	259	9,44	4,97
La Cloche amont	Huisne	Entre la Source et la Hurie	6,84	70-80	156	5,08	6,48
Le Dinan amont	Loir	Entre la Source et Thoiré-sur-Dinan	5,61	40-50	225	3,65	4,92
Ruisseau de Grand Ri	Loir	Affluent du Loir	7,84	40-50	139	2,60	5,75
Le Gondré	Loir	Affluent du Loir	5,85	30-35	131	4,18	5,25
La Bourboule	Loir	Affluent du Boulon	6,57	40-45	203	10,90	5,86
La Colmont moyenne	Mayenne	Entre Brécé et Oisseau	6,33	20-25	103	11,75	3,06

Tableau 7.16- Caractéristiques morphométriques des vallées encaissées cultivées.



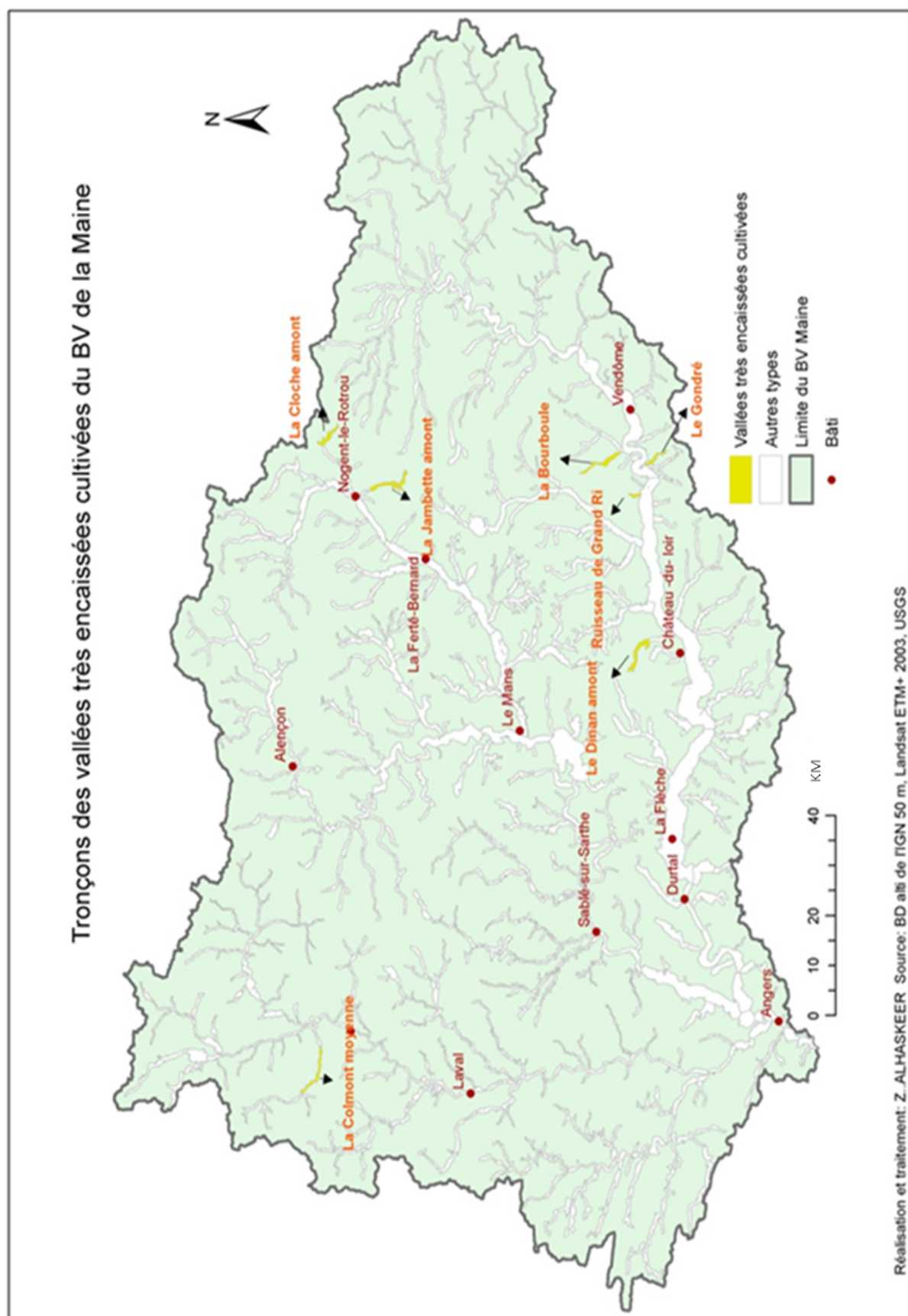


Figure 7.28- Localisation des vallées très encaissées cultivées.

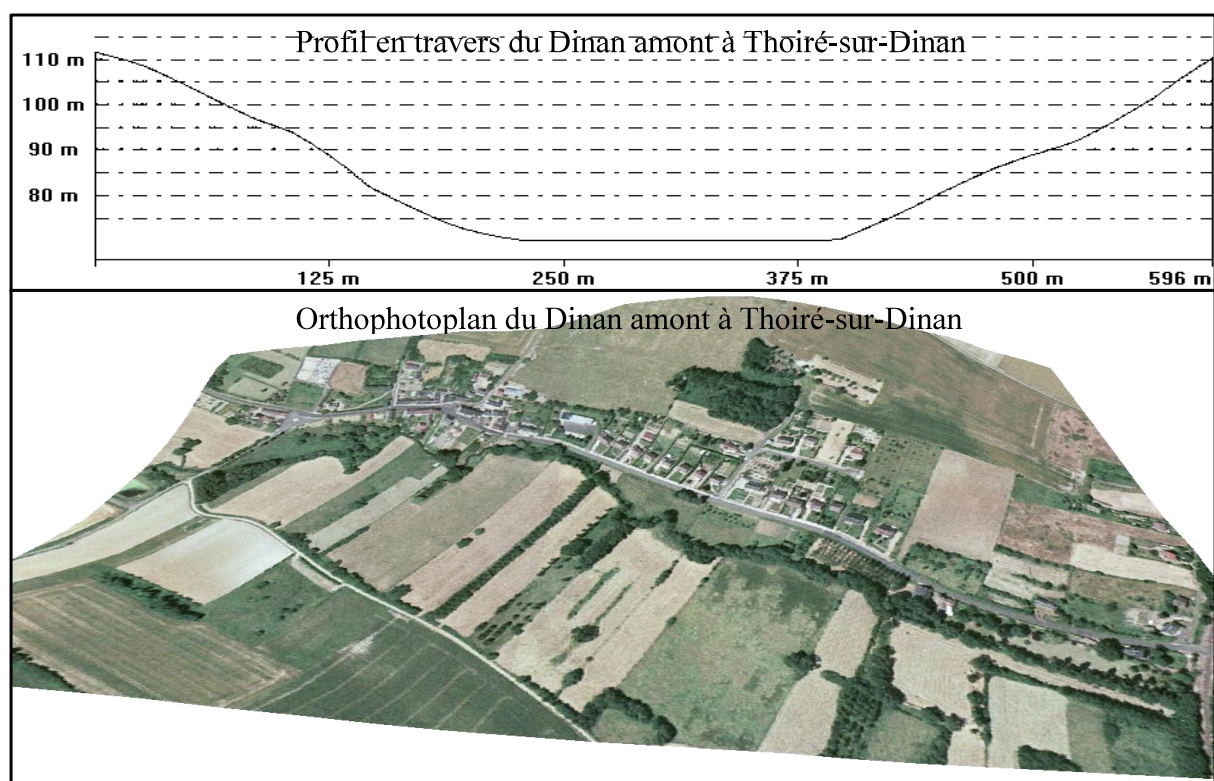


Figure 7.29- Exemple du Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées cultivées.

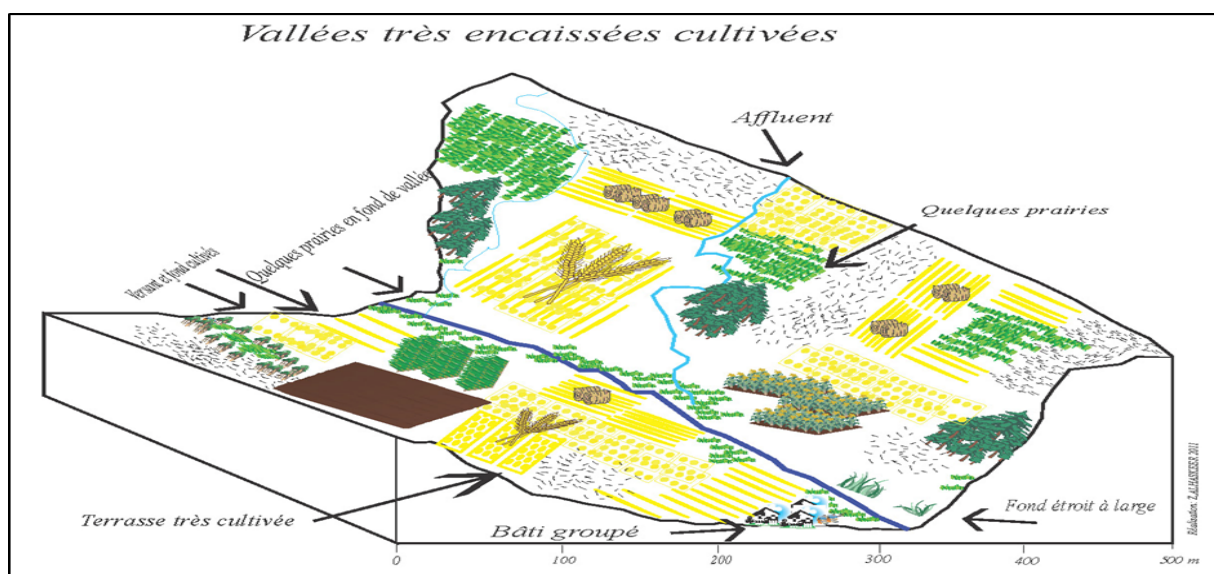


Figure 7.30- Schéma d'une vallée très encaissée cultivée.

Les fonds de vallées sont occupés par des cultures qui s'étendent par exemple sur 80 % du fond de la vallée de la Cloche amont et 57 % de celui de la Jambette amont (Tableau 7.17) (vallées situées dans le bassin versant de l'Huisne). Elles prolongent d'ailleurs celles qui occupent les versants (jusqu'à 84 % sur la Cloche amont et 60 % sur la Jambette amont). Les prairies permanentes sont la minorité (18 % du fond de vallée la Cloche amont et 11 % de celui du Dinan amont). Les boisements ne concernent que 2 % de la surface du tronçon de la Jambette amont et 14 % du tronçon de la Cloche amont. L'habitat, qui occupe en moyenne 2,7 % de la surface des tronçons très encaissées cultivées, est très groupé. De petits hameaux

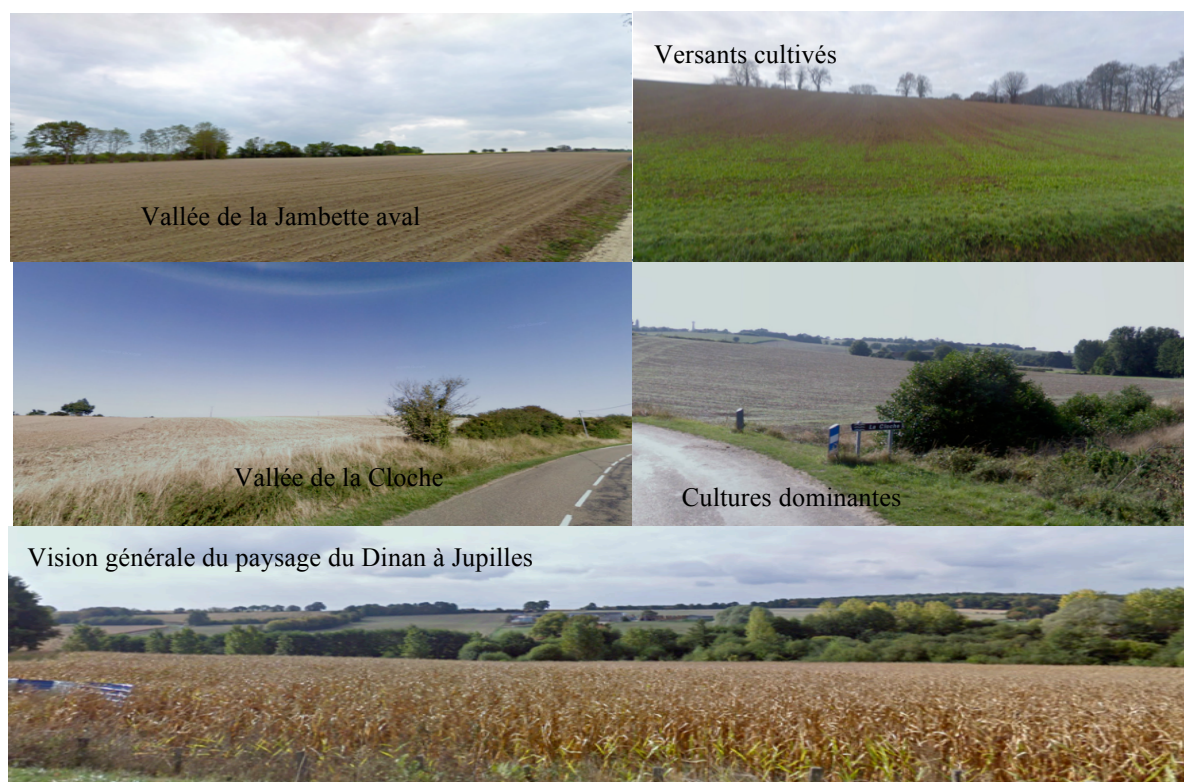


implantés sur les versants s'intègrent discrètement dans ce paysage dominé par les cultures. De nombreuses fermes sont également isolées sur les versants où se trouvent aussi des hangars agricoles plus modernes.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Jambette amont	0	0,78	69,51	70,83	30,48	26,45	0	1,92
La Cloche amont	0	2,19	59,86	83,99	18,69	7,50	21,43	6,30
Le Dinan amont	1,13	1,18	58,30	51,82	11,42	16,05	27,09	30,01
Ruisseau de Grand Ri	0	3,34	97,74	68,33	2,13	17,38	0,12	10,93
Le Gondré	4,88	1,29	61,04	63,30	22,38	29,64	10,68	5,74
La Bourboule	4,45	1,62	68,17	70,42	24,14	22,99	3,22	4,95
La Colmont moyenne	2,10	2,85	33,69	42,28	23,36	23,59	9,68	16,77

Tableau 7.17- Répartitions des types d'occupation du sol en fonction des tronçons cultivés.

Parmi les rivières rejoignant en rive gauche l'Huisne en aval de Condé-sur-Huisne, la Cloche occupe une place particulière. Elle comprend un paysage très rural dont le bâti occupe 1,5 %. Les deux vallées de la Jambette et de la Cloche amont correspondent à l'unité paysagère «*Le Perche*» dans le Guide des paysages d'Eure-et-Loir, 2008. A l'échelle du Perche, la vallée de la Jambette aval correspond à l'entité paysagère «*Les collines autour des affluents de la Cloche et de la rive gauche de l'Huisne aval* » dans l'Atlas du Paysage du Perche, 2000. Cette entité se caractérise par une série de vallées affluentes de l'Huisne séparées entre elles par d'étroits plateaux, l'ensemble dessinant un paysage de collines, émoussées au nord, plus fortes au sud ; où les espaces boisés sont rares, sauf aux abords de la vallée de l'Huisne ; (Atlas du Paysage du Perche, 2000). La vallée de la cloche amont correspond avec l'entité paysagère «*La vallée de la Cloche* » ; elle est étroite et fermée, et ainsi atypique dans le contexte des vallées ouvertes des alentours (Atlas du Paysage du Perche, 2000).



Photographie 5.5- Illustrations photographiques des vallées de la Jambette aval, la Cloche amont et le Dinan amont.



### 7.3.4. Les vallées très encaissées boisées « A5 »

Les « vallées très encaissées boisées » présentent 40 % des tronçons de vallées très encaissées (33 tronçons) et 6,02 % de l'ensemble des tronçons du BV de la Maine. Ce sont de vallées étroites encadrées de versants concaves, dont les pentes moyennes sont comprises entre 5,11° et 8,75°. Ils occupent 79 % de la surface des tronçons en moyenne (Tableau 7.18).

**A5.Vallées très encaissées boisées  
(33 tronçons, soit 6,02 % des vallées)**

A5.Vallées très encaissées boisées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon en degré	5,98
Pente moyenne de versant en degré	7,03
Largeur moyenne du tronçon en mètre	595
Largeur moyenne du fond en mètre	126
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	21
Part de la surface occupée par le versant en %	79
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,16
Pente hydrographique en m/km	5,54

A5.Vallées très encaissées boisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	1,61	1,84	1,49	1,11
% de bois	40,09	37,03	41,99	24,03
% de cultures	23,03	21,68	23,63	48,52
% de prairies	31,59	35,49	29,41	25,48
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	56,87			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	3			

Tableau 7.18- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées boisées.

La vallée de L'Etangsort amont (bassin versant du Loir), par exemple, s'étend sur une largeur de 150 à 170 m, une longueur de 20 km. Elle est encaissée de 40-50 m (Tableau 7.19).

Les vallées sont occupées par des espaces boisés (37 % de la superficie des fonds de vallées et 42% de celle des versants), qui contribuent à fermer le paysage. Les haies du bocage qui forment réseaux denses dans le fond et plus discontinus sur les versants. L'habitat qui occupe en moyenne moins de 2 % de la surface des tronçons, est dispersé.

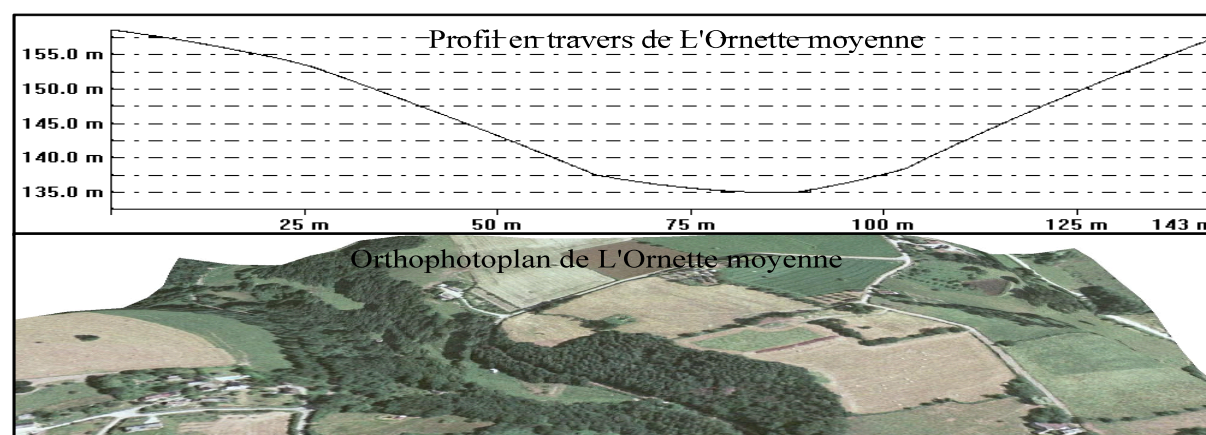


Figure 7.31- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées très encaissées boisées (l'Ornette moyenne).

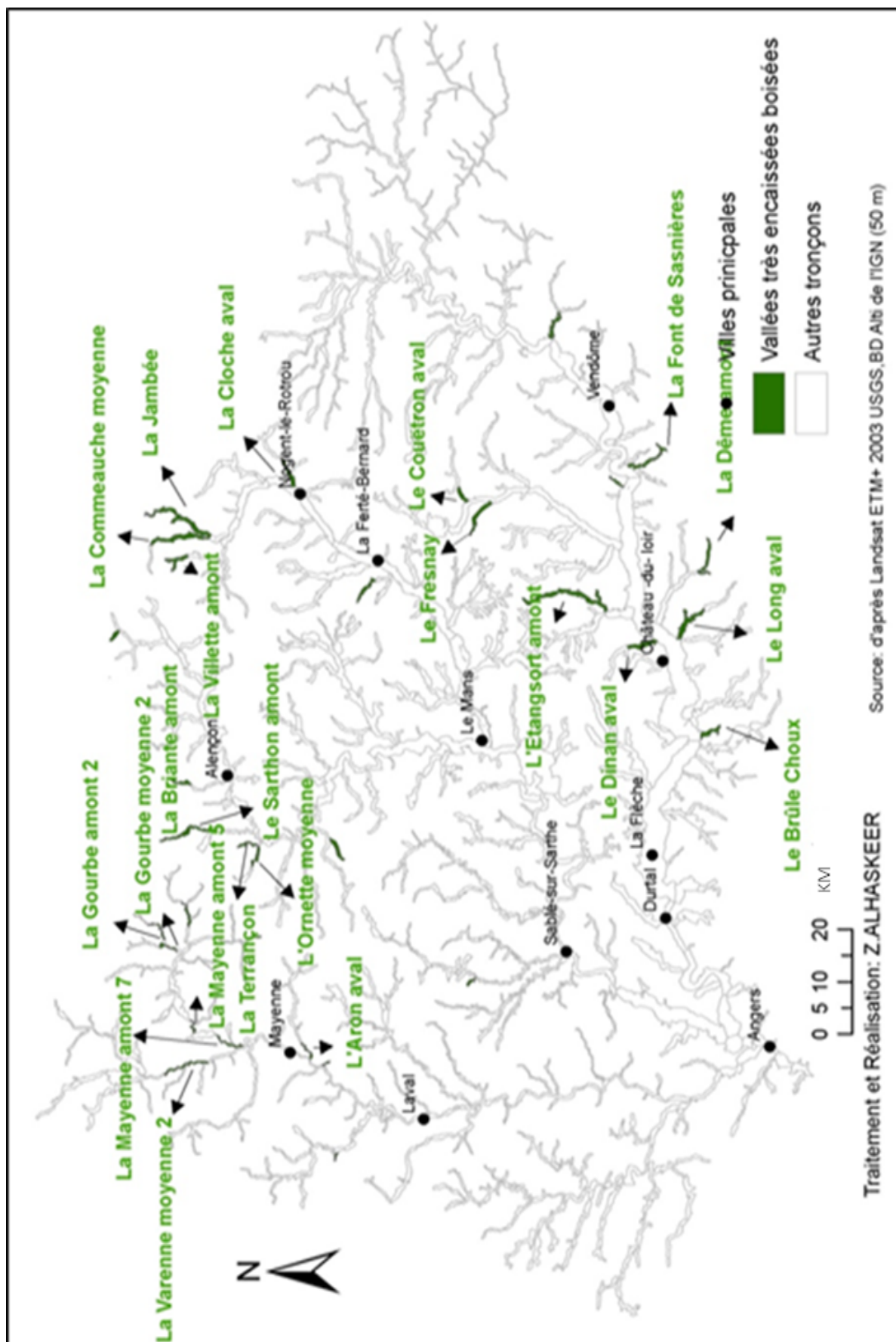


Figure 7.32- Localisation des vallées très encaissées boisées.



*Photographie 7.6- Illustrations photographiques des vallées très encaissées boisées.*

La figure 7.33 montre que les tronçons très encaissés boisés, profonds de moins de 50m, sont marqués par une pente de versants peu variables, de moins de  $8^\circ$  (sauf le Dinan aval, le Couëtron aval, la Varenne moyenne 2, la Mayenne amont 1 et la Cloche aval), une largeur de fond de vallées souvent inférieure à 100 m et une longueur de moins de 10 km (sauf l'Etangsort amont). Les pentes hydrographiques sont assez faibles, inférieures à 4m/km.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Maulne aval	Loir	Entre Marcilly-sur-Maulne et la confluence avec le Loir	7,42	10-15	280	6,02	1,66
Le Brûle Choux	Loir	Affluent de rive gauche du Loir	6,31	20-35	238	3,45	5,50
Le Long aval	Loir	Entre Villebourg et la confluence avec l'Escotais	6,84	20-55	212	7,99	3
Le Dinan aval	Loir	Entre Thoiré-sur-Dinan et la confluence avec Le Loir	8,75	30-50	225	5,95	3,85
La Dême amont	Loir	Entre la source et Chemillé-sur-Dême	6,06	20-30	113	7,40	4,18
L'Etangsort amont	Loir	Entre la source et la confluence avec la Veuve	7,96	30-50	160	19,03	3,78
La Font de Sasnières	Loir	Affluent de rive gauche du Loir	7,32	30-40	140	9,34	3,42
Le Fresnay	Loir	Affluent de rive droite de la Braye	6,14	25-40	60	4,08	3,91
Le Couëtron aval	Loir	Entre Le Patouillard et la confluence avec la Braye	8,07	25-40	225	3,47	2,58
La Varenne moyenne 2	Mayenne	Entre Torchamp et la Broutière	8,32	20-30	111	10,46	1,24
L'Aron aval	Mayenne	Entre Aron et la confluence avec la Mayenne	7,86	15-20	87	4,27	4,21
La Mayenne amont 7	Mayenne	Entre le Grand Coudrai et la confluence avec la Varenne	7,10	20-25	90	6,01	0,33
La Mayenne amont 5	Mayenne	Entre Remieu et Le Clos	6,69	15-20	82	3,25	2,14
La Gourbe moyenne 2	Mayenne	Entre Gorge de Villiers et Monceaux	6,09	10-15	88	4,40	2,27
La Gourbe amont 2	Mayenne	Entre Les Ecrignolles et Gorge de Villiers	6,31	25-35	65	5,73	4,70
La Mayenne amont 1	Mayenne	Entre Le Tilleul et Couptrain	8,09	40-55	70	5,78	7,94
Le Sarthon amont	Sarthe	Entre la source et St-Denis-sur-Sarthon	6,64	25-45	135	11,54	5,97
La Terrançon	Sarthe	Affluent de l'Ornette	6,31	25-35	98	4,60	8,68
L'Ornette moyenne	Sarthe	Entre La Blanchinière et la confluence avec La Terrançon	5,11	30-50	65	4,58	11,56
La Briante amont	Sarthe	Entre la source et Clerchenay	7,60	30-55	85	4,51	12,84
La Jambée	Huisne	Affluent de La Commeauche	7,89	30-45	255	7,99	4,13
La Cloche aval	Huisne	Entre La Hurie et la confluence avec L'Huisne	8,63	30-45	282	6,26	4,46
La Commeauche moyenne	Huisne	Entre La Forgé et la confluence avec la Jambée	7,69	30-60	126	10,92	4,11
La Villette amont	Huisne	Entre la source et La Haute Fouillerie	7,11	40-65	108	4,58	6,32

Tableau 7.19- Caractéristiques morphométriques des vallées principales encaissées boisées.



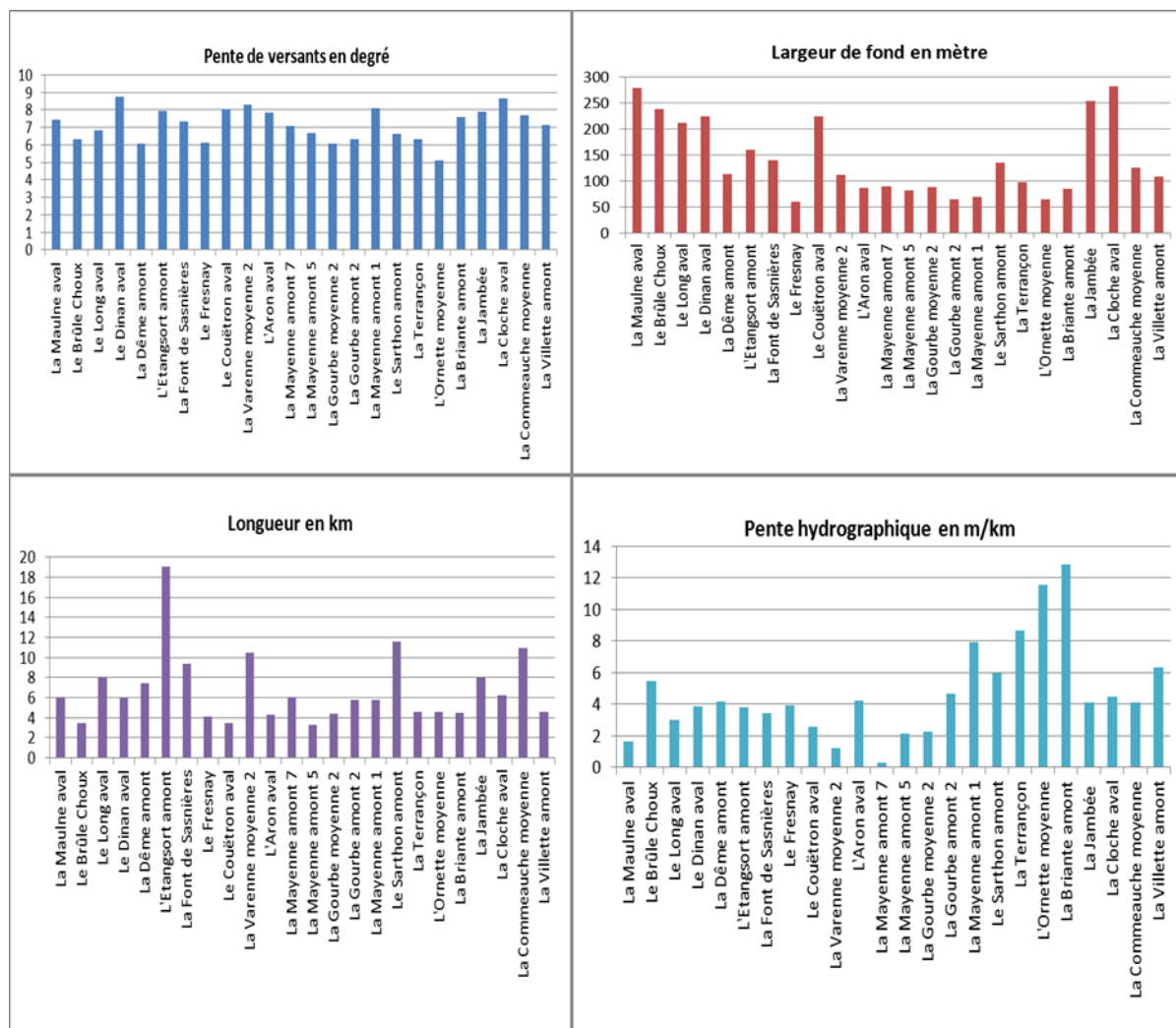


Figure 7.33- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées boisées.

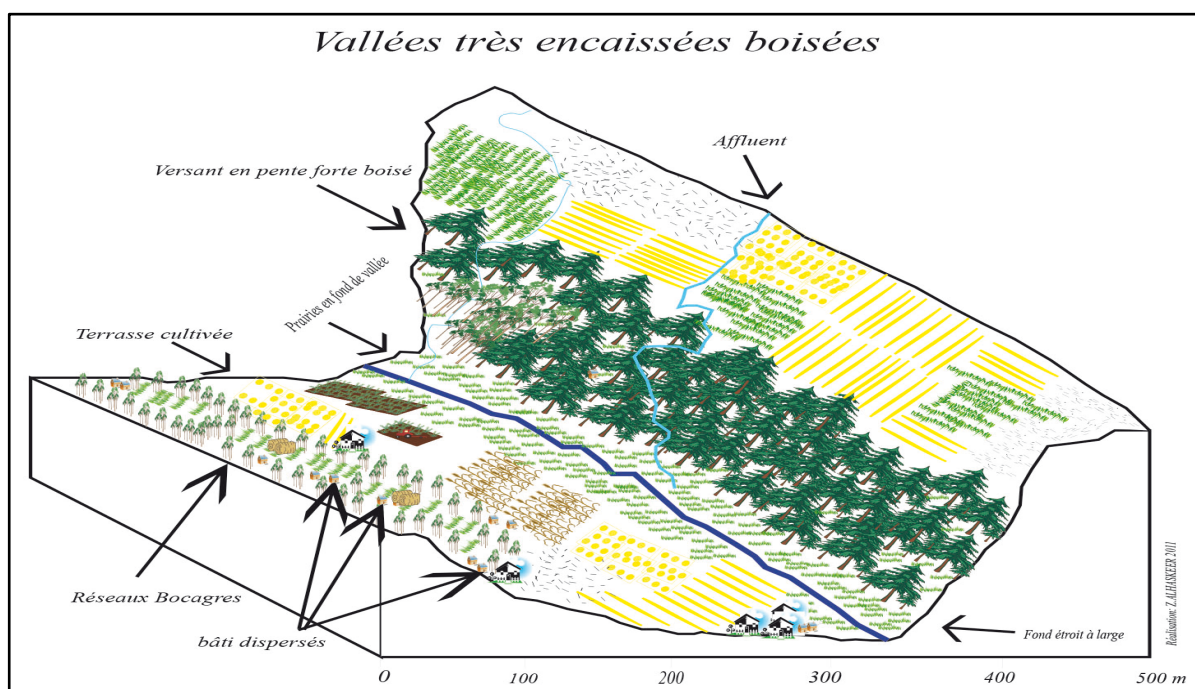


Figure 7.34- Schéma d'une vallée très encaissée boisées.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Maulne aval	2,31	1,57	35,50	26,68	28,01	17,63	32,90	52,92
Le Brûle Choux	1,05	0,94	49,92	22,38	14,05	11,68	32,55	62,49
Le Long aval	3,61	2,73	14,63	38,51	43,68	29,55	38,06	29,18
Le Dinan aval	1,69	4,91	41,27	26,56	26,77	22,63	29,02	45,37
La Dême amont	3,66	0,79	25,58	25,30	45,34	29,08	25,40	44,81
L'Etangsort amont	2,28	1,05	7,16	12,81	58,95	48,78	31,60	37,34
La Font de Sasnières	9,35	2,47	13,49	24,58	24,60	27,81	51,53	44,85
Le Fresnay	2,12	1,88	29,32	24,83	29,32	37,41	39,23	35,86
Le Couëtron aval	1,81	0,08	20,67	18,03	41,21	38,33	36,24	43,54
La Varenne moyenne 2	0,59	0,81	26,53	26,29	28,86	27,54	38,68	40,44
L'Aron aval	3,40	6,38	14,01	24,76	36,97	35,83	39,87	23,51
La Mayenne amont 7	1,15	0,59	18,48	18,43	34,60	37,29	29,41	23,30
La Mayenne amont 5	0	0	16,88	19,56	19,15	19,43	44,98	53,79
La Gourbe moyenne 2	0	0,37	7,04	7,89	55,48	54,44	37,42	37,00
La Gourbe amont 2	0	0,01	12,28	14,60	37,14	27,35	49,52	57,93
La Mayenne amont 1	0	1,61	6,80	18,06	56,83	43,86	35,86	33,18
Le Sarthon amont	0,91	1,28	19,59	34,04	39,89	24,52	36,33	39,13
La Terrançon	0	0,59	12,17	16,42	36,57	42,02	45,80	36,81
L'Ornette moyenne	0,06	0,70	8,11	21,30	22,88	44,51	66,92	33,08
La Briante amont	0,24	0,14	15,04	5,99	8,96	5,08	75,42	88,17
La Jambée	4,12	2,19	15,78	23,48	24,14	21,98	48,92	46,93
La Cloche aval	0	0,94	6,64	18,84	64,17	31,11	29,18	49,09
La Commeauche moyenne	0,29	0,10	20,57	14,36	39,45	27,13	36,03	56,91
La Villette amont	0,87	0,32	26,26	22,10	40,31	32,45	30,46	43,34

Tableau 7.20- Répartitions des types d'occupation du sol par des tronçons boisés.

La figure 7.35 montre que la plupart des tronçons des vallées très encaissées boisées sont peu urbanisées (moins de 4 % de la superficie, sauf le Dinan aval, la Font de Sasnières et l'Aron aval). Cela conduit de dire que les paysages boisés sont très ruraux ; généralement, les zones forestières ne cadrent pas avec la création de bâtiments. Les surfaces cultivées occupent moins de 30% dans la plupart des tronçons (sauf la Maulne aval, le Brûle Choux, le Long aval et le Dinan aval, que les cultures présentent entre 20 et 50%) tout comme les prairies permanentes (20 et 40%). Celles-ci sont surtout présentes dans les fonds de vallée. Les surfaces boisées occupent les versants (42%) et les fonds (37%) à peu près dans les mêmes proportions.

D'après les atlas des paysages, « les vallées de la Villette, de la Commeauche et la Jambée sont caractérisées par des fonds étroits, des versants encaissés, un horizon largement boisé, un réseau bocager relativement dense. La Jambée ouvre sur des horizons souvent forestiers. Les vastes prairies qui occupent les fonds mettent en scène la rivière. Les fonds sont occupés par des peupleraies qui progressent sur les prairies (Atlas du Paysage du Perche, 2000). Les fermes dispersées sont peu denses, la prairie embocagée domine, les petits bois et bosquets restent toujours présents (Brunet et Girardin, 2003).



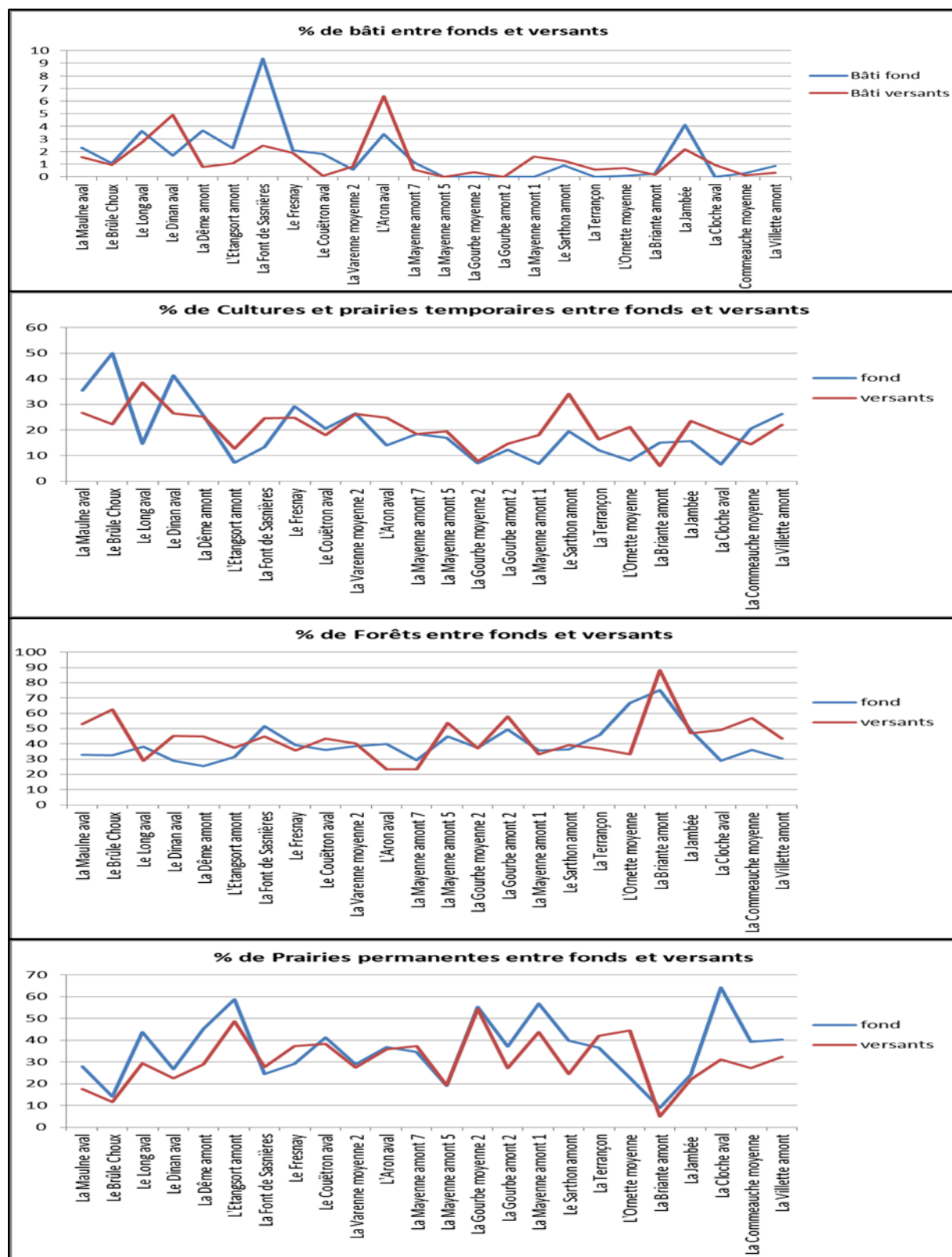


Figure 7.35- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées boisées.

La Cloche aval est plutôt étroite, presque toujours cadrée par des crêtes boisées, et propose des ambiances intimistes autour des prairies humides qui accompagnent la rivière. Les vallées du Brûle Choux, du Long aval et du Dême sont liées à la présence des bois. Elles se caractérisent par un sol de type lessivé à podzolique, des forêts, polyculture, vignes et vergers. Les versants sont boisés, cultivés et pelouses calcicoles. L'habitat est rural et très dispersé. La nature géologique et pédologique explique le caractère très boisé de cette vallée (sols acides boisés et moins acides, plus propices aux cultures) (Agence Bosc et Pigot, 2001) ».



*Photographie 7.7- Illustrations photographiques des vallées très encaissées boisées.*

Enfin, la typologie des paysages des vallées que nous venons d'examiner, a permis de définir les tronçons des vallées en gorges et très encaissées et de montrer l'importance du facteur du relief dans la définition des types des vallées. Les tronçons en gorges et très encaissés correspondent dans les grandes lignes avec les unités paysagères définies par l'atlas des paysages ; cela permet de valider nos types. D'une part, les tronçons ont montrés la diversité des paysages des vallées en fonction des types d'occupation du sol, surtout les tronçons très encaissées cultivés. Ainsi la typologie a-t-elle permis d'étudier les vallées encaissées à l'échelle plus fine que ce que proposent les atlas.

#### 7.4. Les vallées intermédiaires encaissées « B »

La typologie met surtout en évidence la grande variété des « vallées intermédiaires encaissées » qui sont les plus présentes dans le bassin versant de la Maine. Ces vallées sont classées en cinq sous-types selon les caractéristiques des reliefs qui sont plus ou moins marqués ainsi que la distribution et répartition des modes d'occupation du sol. La comparaison de ces vallées aux unités paysagères des atlas des paysages départementaux permet de rendre compte de leur position par rapport à ces unités. En général, les vallées intermédiaires encaissées ne sont pas évoquées comme des unités paysagères mais elles sont mentionnées comme des éléments appartenant à des ensembles de paysages plus vastes.

Les vallées intermédiaires encaissées sont caractérisées par des versants en pentes marquées et des modes d'occupation du sol où aucun type d'occupation ne domine clairement. Deux cent onze tronçons sont identifiés comme des vallées intermédiaires encaissées (soit 38,5 % des tronçons) (Tableau 7.21).

Grand type	Sous type	Nombre	%
Vallées intermédiaires encaissées	B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	3	0,55
	B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	87	15,88
	B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	35	6,39
	B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	47	8,58
	B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	39	7,12

Tableau 7.21- Types des vallées intermédiaires encaissées.

45 % de ces tronçons sont situés dans le bassin versant de la Sarthe (avec l'Huisne, 81 tronçons) et 35 % dans le bassin versant de la Mayenne (avec l'Oudon, 74% tronçons). Dans le bassin versant du Loir, les vallées intermédiaires encaissées occupent 26 % des tronçons (soit 54 tronçons) (Tableau 7.22).

Bassin	Nombre	%
Loir	54	25,59
Sarthe (sans Huisne)	45	21,33
Huisne	36	17,06
Mayenne (sans Oudon)	59	27,96
Oudon	15	7,11
Maine	2	0,95
Total	211	38,5 % (des tronçons du BV de la Maine)

Tableau 7.22- Contribution des tronçons des vallées intermédiaires encaissées par rapport les sous bassins versants de la Maine.

Les types de l'occupation du sol, dans les tronçons des vallées intermédiaires encaissées, sont divers entre les tronçons boisés, urbains, bocagers et agricoles (Tableau 7.23). Nous constatons que les espaces en prairies (herbages et bocages) occupent une place importante (60 %), les surfaces boisées sont présentes sur 22 % des surfaces des tronçons intermédiaires encaissées. Le tableau 7.23 montre que les vallées bocagères sont les plus fréquentes dans les vallées de la Sarthe, de la Mayenne et de la Huisne. Les vallées cultivées et boisées sont nombreuses dans le bassin du Loir.

Vallées intermédiaires	Loir	Sarthe	Huisne	Mayenne	Oudon	Maine
Urbanisées	1	1	0	0	0	1
Bocagères	8	17	19	36	7	0
Cultivées	17	7	7	1	3	0
Boisées	23	6	6	11	0	1
Herbagères	5	14	4	11	5	0
Total	54	45	36	59	15	2

Tableau 7.23- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires en fonction les types d'occupation et les sous bassins versants de la Maine.



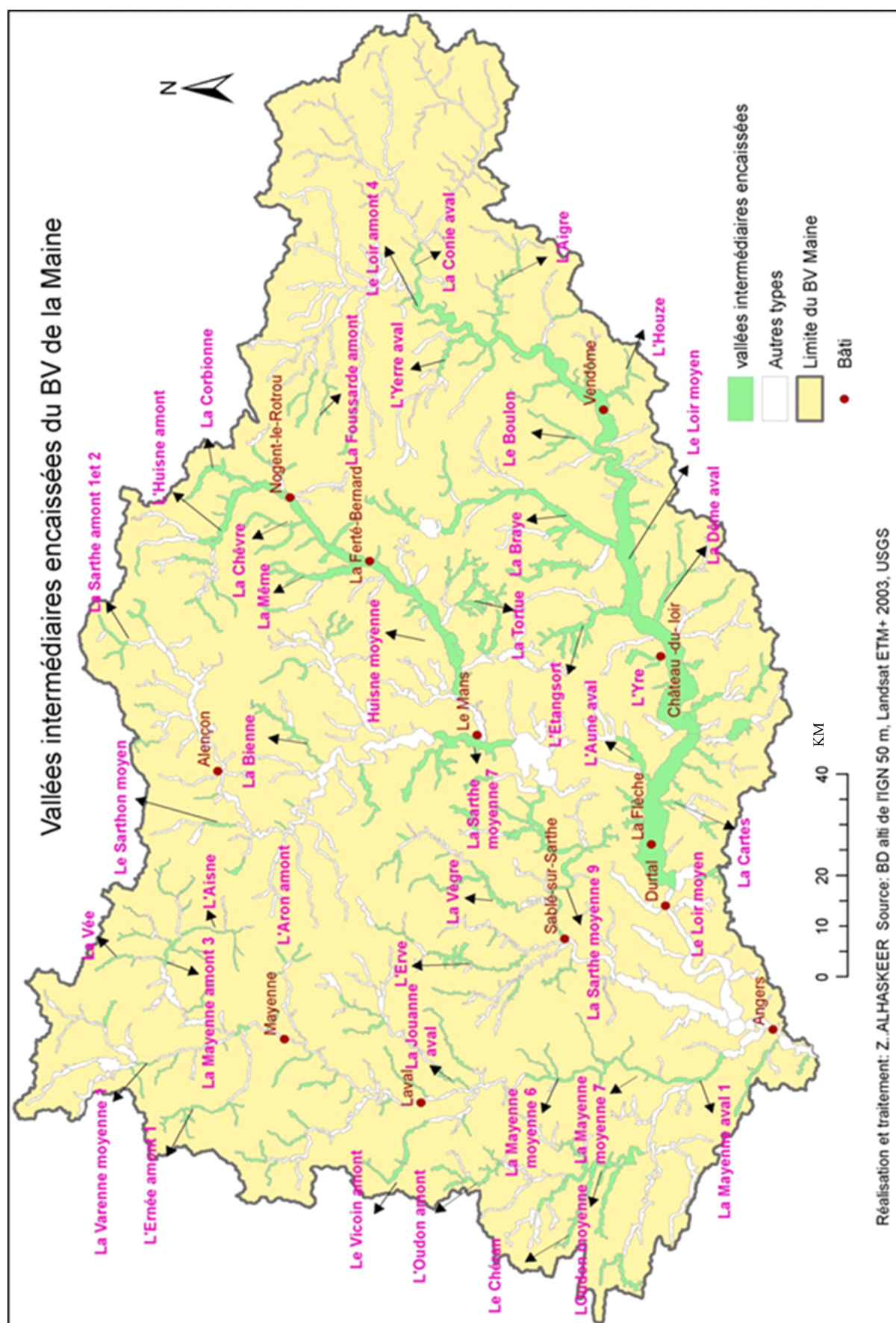


Figure 7.36- Position les vallées intermédiaires encaissées principales par rapport les vallées du BV de la Maine.

#### 7.4.1. Les vallées intermédiaires encaissées urbanisées « B1 »

Les tronçons de ce type présentent une densité de surface bâtie plus élevée que la moyenne : 22,13 % à l'intérieur de ces tronçons contre 9,78% dans les espaces qui les environnent et 3,19 % dans l'ensemble des autres tronçons des vallées intermédiaires encaissées (Tableau 7.24).

B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées (3 tronçons, soit 0,55 % des vallées)	
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon en degré	3,06
Pente moyenne de versant en degré	4,09
Largeur moyenne du tronçon en mètre	1243
Largeur moyenne du fond en mètre	688
Part de la surface occupée par le fond de vallée	46
Part de la surface occupée par le versant	52
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,24
Pente hydrographique en m/km	1,77

B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	22,13	26,33	16,95	9,78
% de bois	9,27	9,52	10,38	12,14
% de cultures	39,26	33,38	43,09	46,85
% de prairies	24,29	24,81	25,99	29,66
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	36,73			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.24- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées urbanisées.

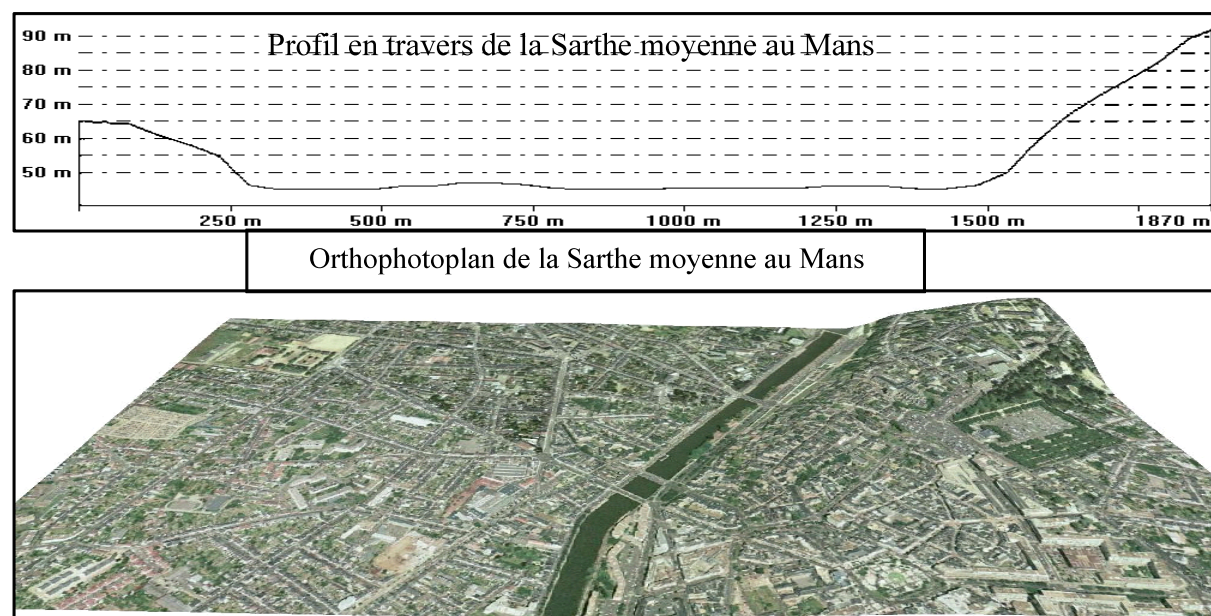


Figure 7.37- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées urbanisées (exemple : Le Mans).





Figure 7.38- Localisation des vallées intermédiaires encaissées urbanisées.

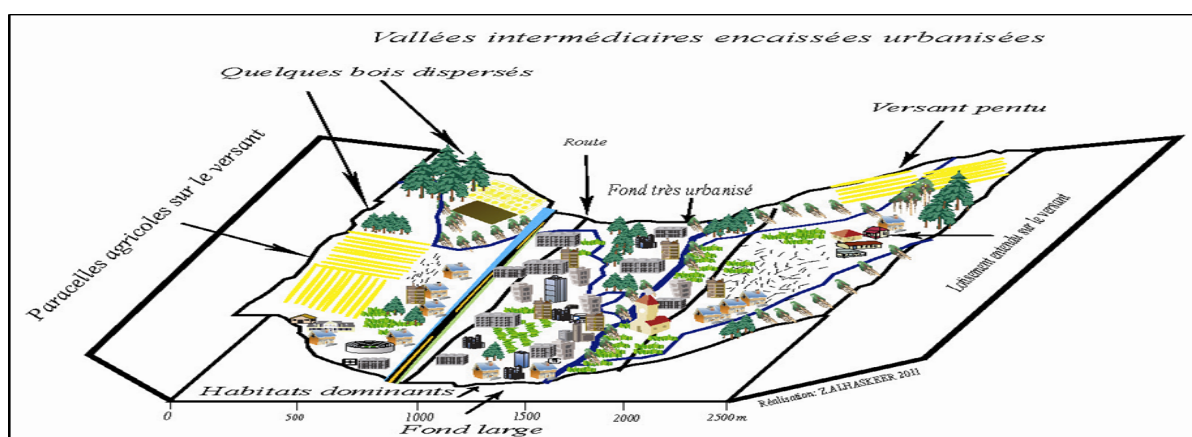


Figure 7.39- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée urbanisée.

Trois tronçons sont identifiés comme des « vallées intermédiaires encaissées urbanisées ». Au-delà d'un encaissement de l'ordre de 15-50 m, et de versants en pente moyenne ( $4,09^\circ$ ) chacun présente des particularités déterminées par la largeur du fond de vallées et les caractéristiques de l'occupation du sol. Un tronçon est situé dans le bassin versant de la Sarthe et comprend l'agglomération du Mans (largeur 630m). Un autre tronçon est situé dans le bassin versant du Loir (vallée de l'Yre). Le fond de vallée, large (320 m) et plat, accueille en plus des constructions de Château du Loir, cultures, bosquets, quelques peupliers. Le dernier tronçon est situé dans le bassin versant de la Maine (vallée du Brionneau). Le fond de vallée (largeur 235 m), accueille des cultures potagères, bosquets, quelques peupliers. Le tronçon de la Sarthe au Mans présente de pentes significative ( $3,4^\circ$ ). (Tableau 7.25).

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Sarthe moyenne 7 (Le Mans)	Sarthe	Entre Saint-Pavace et Arnage	3,41	25-50	1510	19,51	0,30
L'Yre	Loir	Affluent droit du Loir	5,58	25-35	319	8,61	3,48
Le Brionneau	Maine	Affluent gauche de la Maine	3,28	15-20	235	19,60	1,53

Tableau 7.25- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires encaissées urbanisées.

Cette catégorie de vallée est ainsi bien différenciée des espaces environnants par leur taux d'emprise urbaine forte (respectivement 49,47 % contre 21,26 %, 10,17 % contre 5,38 % et 14,71 % contre 6,75 %). Mais les parcelles agricoles occupent également une place importante. En moyenne, 24,29 % de la surface de ces tronçons est occupée par des prairies et 39,26% par des cultures (Tableau 7.26). Les cultures recouvrent dans les fonds de vallées (33,38 % en moyenne) mais aussi sur les versants (43,09 % en moyenne). Les prairies permanentes recouvrent dans les fonds de vallées (24,81%) et sur les versants (25,99 %). Les bois sont peu présents dans ces tronçons : ils occupent près de 9,27 % de leur surface et presque 9,52 % dans les fonds de vallée et 10,38 % sur les versants. Il s'agit de petits bois de feuillus situés sur les parcelles les plus pentues. Généralement, le paysage présente une mosaïque complexe où s'imbriquent labours, prairies permanentes et surfaces boisées. Par rapport à l'atlas des paysages de la Sarthe (2005), la vallée de la Sarthe moyenne correspond à l'unité paysagère «*La vallée de la Sarthe*» celle de l'Yre à l'unité paysagère «*vallée du Loir*» et enfin celle du Brionneau à l'unité paysagère «*Le secteur du Louroux-Béconnais*» (Atlas des paysages de Maine-et-Loire, 1999).

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Sarthe moyenne 7	56,04	35,78	21,18	31,31	8,05	16,41	5,96	12,68
L'Yre	17,52	7,35	38,67	62,44	28,52	18,17	13,87	9,69
Le Brionneau	11,68	7,71	40,33	38,45	37,75	43,43	8,86	8,79

Tableau 7.26- Répartition des types d'occupation du sol en fonction des tronçons urbanisés.



Photographie 7.8- Illustrations photographiques des vallées de la Sarthe au Mans.

#### 7.4.2. Les vallées intermédiaires encaissées bocagères « B2 »

Les « vallées intermédiaires encaissées bocagères » présentent 15,87 % des tronçons de vallées intermédiaires encaissées (soit 87 tronçons). Ce sont de vallées larges (420m en moyenne), à fond plat encadré de longs versants de forme concave dont les pentes moyennes sont comprises entre 3,01° et 6,4° et qui occupent 45 % de la surface des tronçons en moyenne (Tableau 27 et 28).

**B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères  
(87 tronçons, soit 15,87 % des vallées)**

B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon en degré	3,53
Pente moyenne de versant en degré	4,49
Largeur moyenne du tronçon en mètre	759
Largeur moyenne du fond en mètre	417
Part de la surface occupée par le fond de vallée	55
Part de la surface occupée par le versant	45
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,23
Pente hydrographique en m/km	3,41

B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	3,10	2,85	3,34	2,45
% de bois	16,35	17,72	16,25	14,89
% de cultures	35,98	30,98	39,16	48,56
% de prairies	40,26	42,85	38,12	32,67
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	52,37			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.27- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées bocagères.

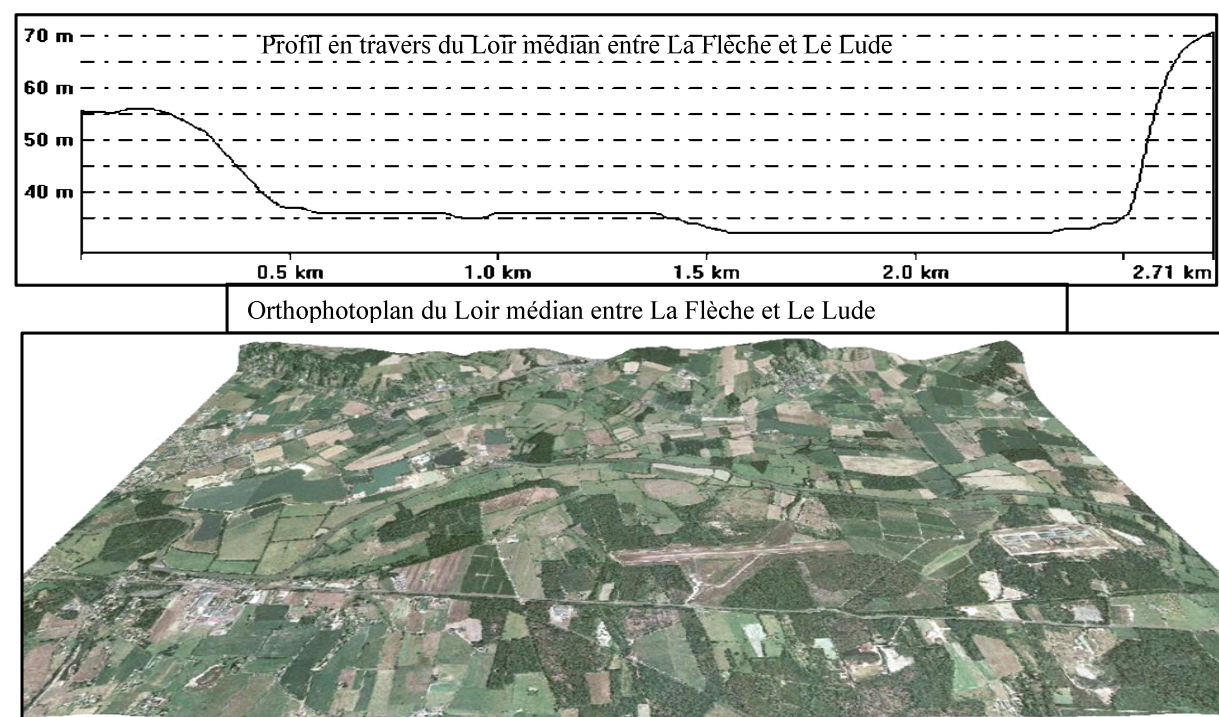


Figure 7.40- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées bocagères, exemple vallée du Loir moyenne entre La Flèche et Le Lude.



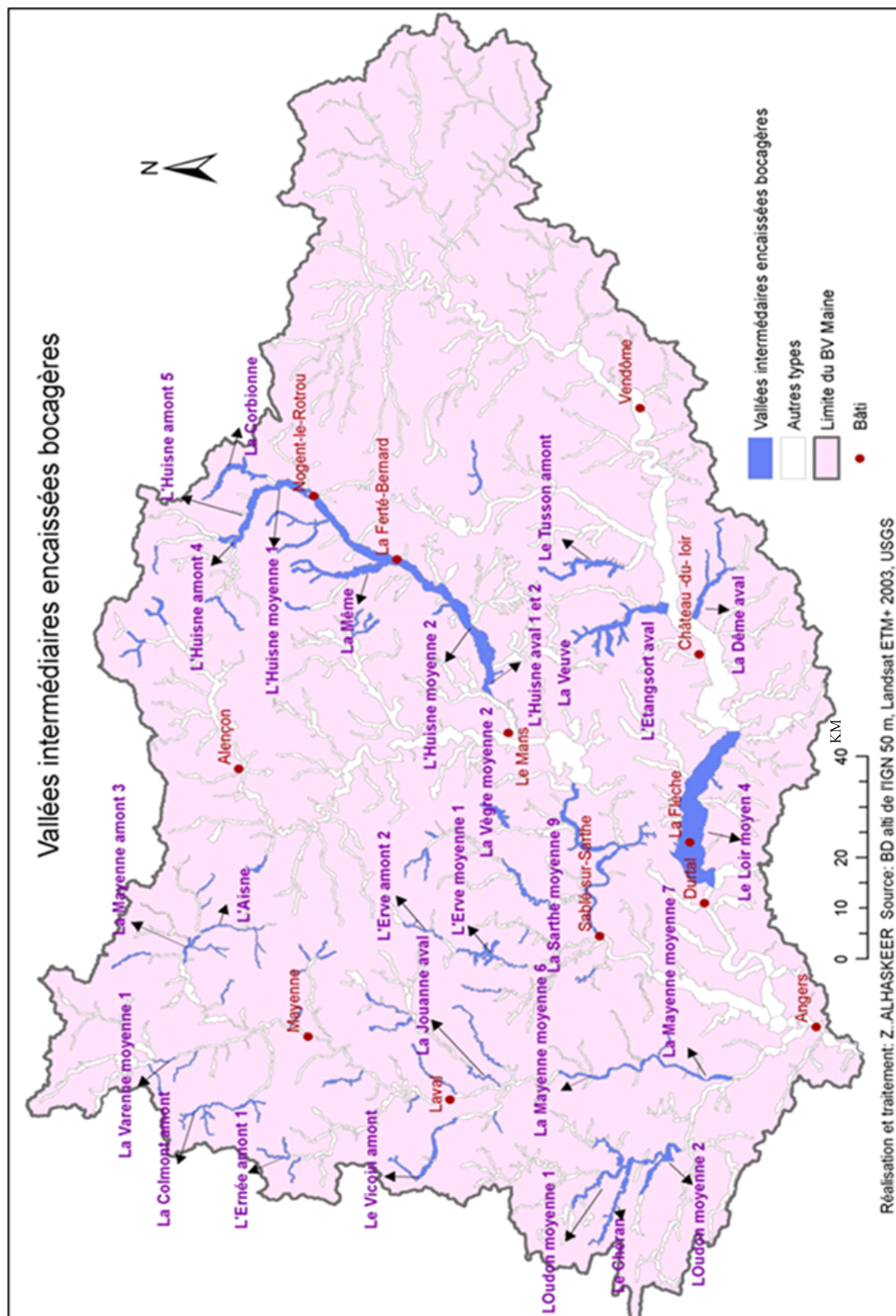


Figure 7.41- Localisation des vallées intermédiaires encaissées bocagères principales du BV de la Maine.

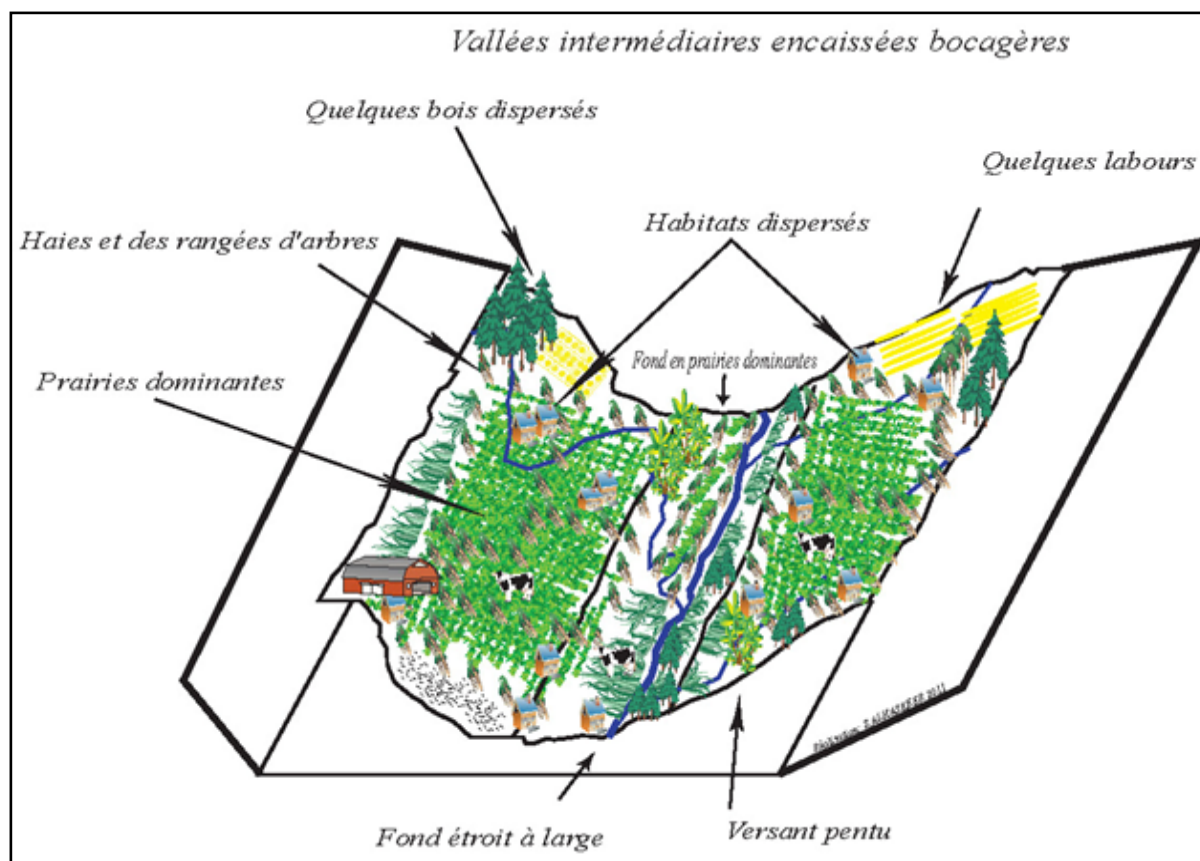


Figure 7.42- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée bocagère.

La figure 7.43 montre que la classe des vallées intermédiaires encaissées bocagères rassemble des tronçons comprenant :

- des versants modérément inclinés (moins de 5°) mais on note de nombreuses exceptions (tronçons de la Dême aval, du Tusson amont, de la Veuve, de l'Etangsort aval, de la Vègre moyenne 2, de l'Erve moyenne 1, de la Môme, de l'Huisne moyenne 1, de l'Aisne et de l'Araize aval).
- des profondeurs variables, comprises entre 5 et 15 m dans la Colmont aval et la Varenne moyenne1, entre 50 et 90m dans l'Huisne amont 4 et 5, la Corbionne amont et moyenne, l'Huisne moyenne 1 et la Môme, entre 15 et 50m dans les autres tronçons. Les largeurs des fonds sont toujours inférieures à 550m (sauf l'Etangsort aval, le Loir médian 4, l'Huisne moyenne 1 et 2 et l'Huisne aval 1 et 2).
- Des longueurs de tronçons inférieures à 20 km, sauf dans le Tusson amont, le Loir médian 4, la Sarthe moyenne 6, 7 et 9, l'Huisne moyenne 1 et 2, le Vicoin amont et l'Oudon moyenne 1 et 2. Les pentes hydrographiques sont faibles (3 m/km), sauf dans le Tusson amont, le Couëtron amont, la Vègre amont, l'Hoëne, l'Aisne et l'Ernée amont 1.

Ainsi, dans ce type, les tronçons ont été regroupés selon la pente des versants puisque dans le détail, leurs caractéristiques morphologiques sont très diverses.

La plupart des tronçons intermédiaires encaissés sont situés dans la partie amont des bassins de la Sarthe et de la Mayenne.



Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Dême aval	Loir	Entre Chemillé-sur-Dême et la confluence avec le Loir	6,39	40-55	325	14,68	2,38
Le Tusson amont	Loir	Entre la source et Vancé	5,11	35-40	270	20,50	3,70
La Veuve	Loir	Affluent de l'Etangsort	5,31	40-50	325	14,43	2,63
Le Couëtron amont	Loir	Entre la source et Le Patouillard	4,53	15-20	145	11,23	5,96
L'Etangsort aval	Loir	A partir de la confluence avec la Veuve	6,34	50-55	627	6,47	1,54
Le Loir médian 4	Loir	Entre La Chapelle-aux-Choux et Bazouges-sur-le-Loir	3,69	30-40	2986	40,99	0,31
La Vaige amont	Sarthe	Entre la source et La Bazouge-de-Chéméré	4,66	15-20	157	8,66	2,30
La Vègre moyenne 2	Sarthe	Entre Loué et Poillé-sur-Vègre	5,58	40-50	288	18,50	1,18
La Vègre amont	Sarthe	Entre la source et Courmenant	4,05	10-15	160	8,31	4,09
L'Hoëne	Sarthe	Affluent gauche de la Sarthe	4,09	30-35	240	7,10	3,67
L'Erve moyenne 1	Sarthe	Entre Chammes et Ballée	5,05	20-25	125	17,40	1,78
La Sarthe amont 2	Sarthe	Entre Saint-Martin-des-Pézerits et la confluence avec La Fresbée	3,34	30-40	180	4,13	1,93
La Sarthe moyenne 9	Sarthe	Entre Roézé-sur-Sarthe et Sablé-sur-Sarthe	3,06	10-20	400	51,33	0,27
La Même	Huisne	Affluent droite de l'Huisne	6,32	50-60	325	14,68	2,38
L'Huisne amont 1	Huisne	Entre la source et Saint-Denis-sur-Huisne	4,08	5-10	130	8,18	1,83
L'Huisne amont 4 et 5	Huisne	Entre Maison-Maugis et Condé-sur-Huisne	3,87	70-90	545	17,11	0,83
La Corbionne amont et moyenne	Huisne	Affluent gauche de l'Huisne	4,63	75-85	243	16,41	3,11
L'Huisne moyenne 1	Huisne	Entre Condé-sur-Huisne et Le Theil	5,14	55-65	1135	20,25	1,13
L'Huisne moyenne 2	Huisne	Entre Le Theil et Connerré	4,34	40-50	1259	33,79	0,84
L'Huisne aval 1 et 2	Huisne	Entre Connerré et La Morte Parence	3,80	20-30	1426	13,28	0,59
L'Ouette amont	Mayenne	Entre la source et Moulin à Tan	3,84	25-30	138	19,47	2,00
La Vée amont	Mayenne	Entre la source et Bagnoles-de-l'Orne	3,30	20-45	175	8,19	2,68
L'Aisne	Mayenne	Affluent gauche de la Mayenne	5,18	20-30	205	11,86	3,95
Le Vicoin amont	Mayenne	Entre la source et St-Berthevin	4,96	15-25	167	23,71	2,36
Les Deux Evailles	Mayenne	Affluent droite de la Jouanne	3,44	15-20	160	11,00	2,45
L'Ernée amont 1	Mayenne	Entre Le Bois Lor et Ernée	4,39	20-25	139	7,81	5,75
La Colmont amont	Mayenne	Entre la source et Brécé	3,98	5-15	168	18,72	1,44
La Jouanne aval	Mayenne	Entre Neau et la confluence avec la Mayenne	5,39	15-20	221	9,93	0,70
La Mayenne amont 3	Mayenne	Entre La Vannerie et Chantepie	3,51	20-50	296	7,41	1,48
La Mayenne moyenne 6 et 7	Mayenne	Entre Houssay et la confluence avec L'Oudon	4,52	10-20	342	40,23	0,27
La Varenne moyenne 1	Mayenne	Entre la confluence de L'Égrenée avec La Varenne et La Crolaie	4,55	5-15	134	4,76	0,20
Le Chéran	Oudon	Affluent droite de l'Oudon	4,52	20-30	245	19,61	2,24
L'Hière aval	Oudon	Entre La Bouguelière et la confluence avec L'Oudon	3,65	15-30	292	12,09	0,82
L'Araize aval	Oudon	Entre Les Ourzaies et la confluence avec L'Oudon	5,34	35-40	265	9,08	1,76
L'Oudon moyenne 1 et 2	Oudon	Entre La Fromentinière et La Planchette	4,71	35-40	375	24,47	0,43

Tableau 7.28- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées bocagères.

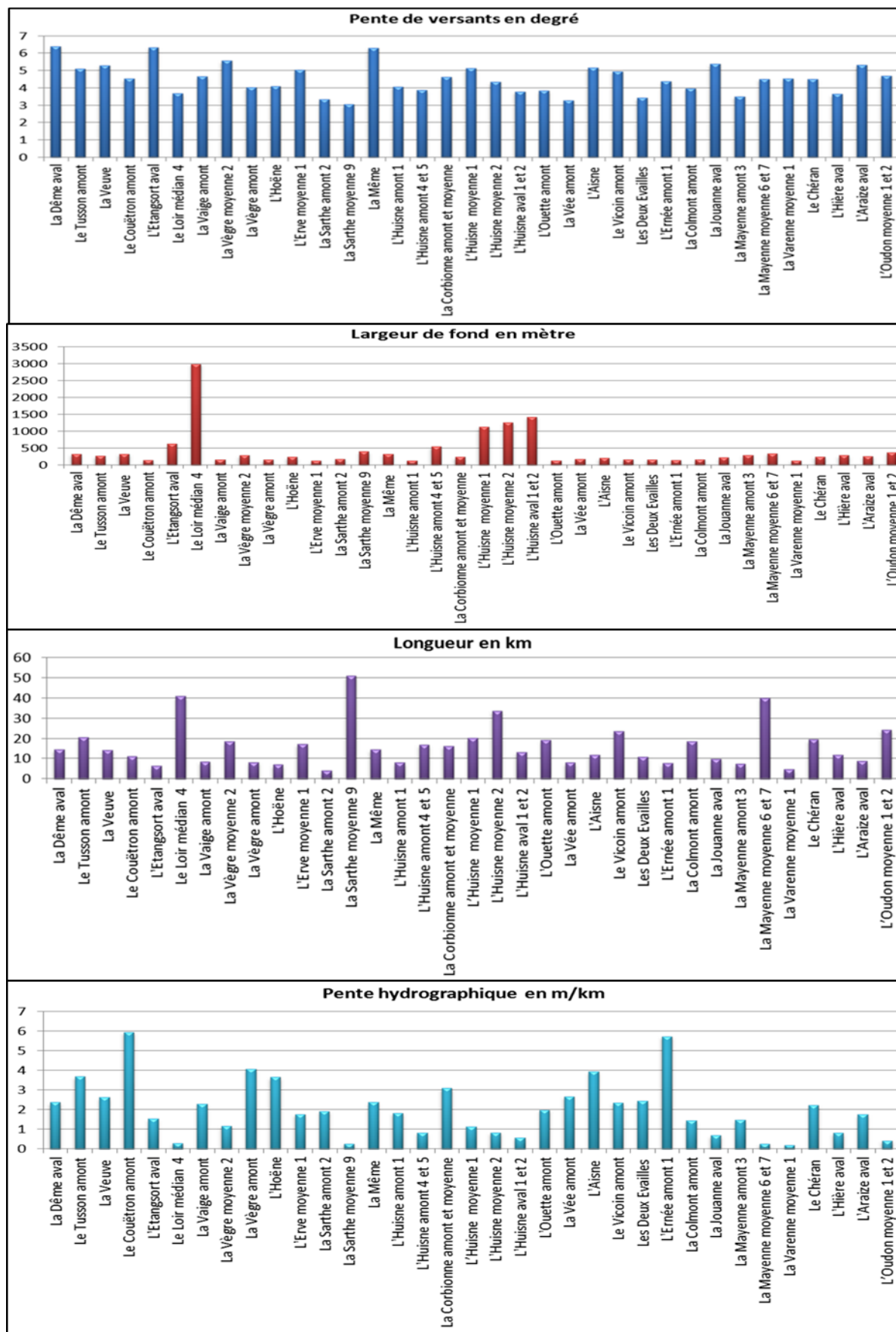


Figure 7.43- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées bocagères.

Le tableau 7.29 montre que les fonds de vallées sont occupés par des prairies permanentes, qui prennent 72 % du fond de la vallée de l'Huisne amont et 52 % de celui de l'Oudon. Les versants sont recouverts de prairies (jusqu'à 50 % sur la Vègre moyenne et amont et 59 % sur l'Oudon moyenne). Celles-ci sont encloses de haies qui forment le maillage de bocage ; le réseau est dense dans la vallée de la Mayenne amont où 25% des versants sont concernés. Les parcelles moins pentues sont également cultivées, en particulier sur le Vicoin amont et la Sarthe moyenne qui présentent des pentes moyennes douces (inférieures à 4°). Il faut remarquer l'existence de plantations basse tige (vergers), déterminent localement une densité d'arbres plus forte. L'habitat, qui occupe en moyenne 3 % de la surface des tronçons, est très dispersé. De petits hameaux implantés sur les versants s'intègrent discrètement dans ce paysage dominé par le végétal. De nombreuses fermes sont également isolées sur les versants où se trouvent aussi des hangars agricoles plus modernes.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Dême aval	2,37	3,29	24,98	41,35	63,33	40,35	9,32	14,95
Le Tusson amont	1,03	0,49	42,45	47,98	50,73	38,92	5,78	12,60
La Veuve	2,05	2,76	33,02	43,33	38,58	32,86	23,94	20,58
Le Couëtron amont	1,02	0,60	23,57	46,30	66,97	46,08	8,36	5,44
L'Etangsort aval	1,91	0,24	42,43	47,88	48,37	26,95	7,29	24,94
Le Loir moyen 4	5,94	2,48	41,87	39,23	23,65	13,88	22,24	41,48
La Vaige amont	6,05	5,74	20,85	23,99	61,27	59,65	10,54	7,35
La Vègre moyenne 2	4,85	4,09	25,15	30,28	41,72	50,15	17,05	11,25
La Vègre amont	0,72	0,52	36,37	38,85	51,72	50,38	9,43	8,00
L'Hoëne	0,75	3,18	27,40	49,01	46,16	38,13	23,34	7,54
L'Erve moyenne 1	2,67	1,50	32,56	40,36	44,15	39,72	16,13	14,79
La Sarthe amont 2	0,00	1,05	23,71	30,12	47,30	45,97	23,73	20,88
La Sarthe moyenne 9	6,76	6,98	28,32	45,68	20,90	18,55	16,74	22,67
La Mème	1,76	4,25	32,43	36,34	52,08	38,28	11,62	18,57
L'Huisne amont 1	2,39	3,96	23,04	39,71	47,30	43,27	23,23	10,21
L'Huisne amont 4 et 5	1,35	2,11	19,09	47,46	59,20	30,96	16,27	18,62
La Corbionne	5,24	1,10	21,30	26,60	59,91	57,91	13,53	14,37
L'Huisne moyenne 1	2,53	10,95	26,86	30,05	58,00	44,23	12,61	14,78
L'Huisne moyenne 2	7,15	9,00	33,46	48,15	45,03	21,24	9,45	19,10
L'Huisne aval 1 et 2	9,18	9,67	18,64	8,12	25,67	32,75	33,00	47,36
L'Ouette amont	2,60	2,83	39,26	40,49	44,51	44,13	10,15	9,88
La Vée amont	0,22	0,66	15,25	27,93	37,43	20,18	45,16	50,65
L'Aisne	1,06	1,26	25,03	38,31	44,34	35,75	25,80	22,20
Le Vicoin amont	11,14	10,41	34,31	40,50	27,73	28,46	18,00	17,38
Les Deux Evailles	3,02	1,32	14,32	28,17	36,62	40,14	37,07	24,72
L'Ernée amont 1	3,59	3,21	32,40	35,59	28,70	28,68	19,35	17,69
La Colmont amont	6,14	5,58	40,27	37,25	35,83	31,41	10,38	14,79
La Jouanne aval	3,16	5,95	25,01	34,09	38,62	36,80	23,46	15,00
La Mayenne amont 3	1,48	2,82	34,53	42,62	35,16	25,75	23,20	24,34
La Mayenne moyenne 6 et 7	7,51	8,02	25,72	36,61	26,15	33,78	7,76	7,87
La Varenne moyenne 1	2,94	2,24	42,50	51,74	30,00	21,88	16,00	11,72
Le Chéran	7,97	5,36	50,53	46,84	34,27	40,40	5,47	6,03
L'Hière aval	0,33	0,99	46,20	51,94	47,31	44,79	4,78	1,64
L'Araize aval	0,75	2,01	40,89	45,09	50,41	44,18	7,74	8,46
L'Oudon moyenne 1 et 2	4,70	3,14	41,37	34,83	42,53	50,86	4,72	8,11

Tableau 7.29- Contribution des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées bocagères.

Afin de montrer l'hétérogénéité et l'homogénéité entre les tronçons des vallées intermédiaires encaissées bocagères, nous avons choisi les tronçons de vallée de l'Huisne (7 tronçons) (Figure 7.44 et 7.45). Le choix de cet exemple repose sur les visites de terrain et leur mention dans l'atlas des paysages.

A l'amont, l'Huisne (entre la source et Saint-Denis-sur-Huisne) présente un fond de vallée étroite (125 m) avec un encaissement faible de 5 à 10 m. Les prairies permanentes occupent 44 % de surface du tronçon et le réseau de haies est dense. Les cultures présentent 33 % de

surface du tronçon. Les surfaces boisées occupent 14 %. L'habitat dispersé trouve dans le secteur des paysages particulièrement accueillants. Ce tronçon est largement planté de haies, de vergers, et occupé par de nombreuses prairies, son paysage est riche (Atlas des paysages du Perche, 2000).

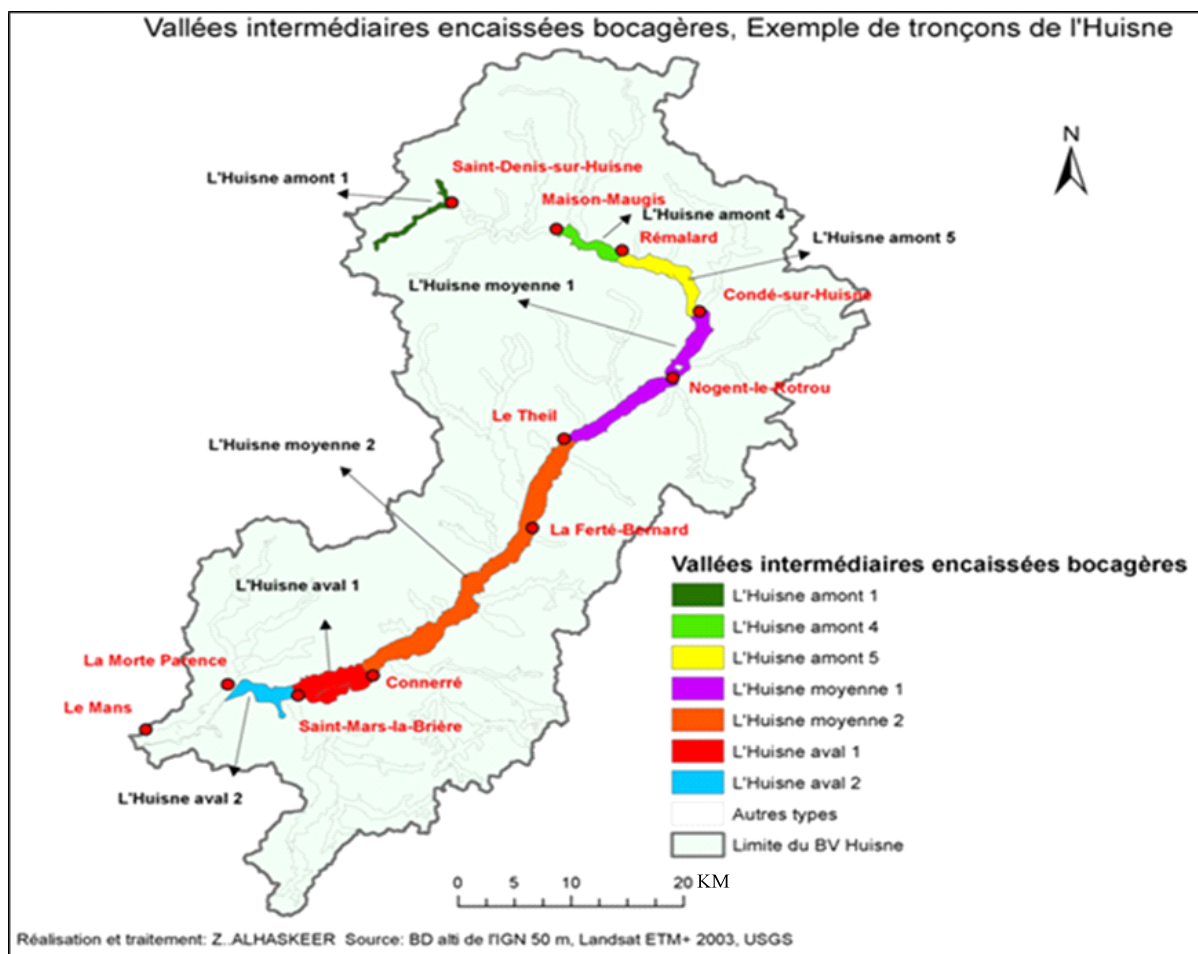


Figure 7.44- Tronçons intermédiaires encaissés bocagères de la vallée de l'Huisne.

L'Huisne amont (tronçons 4 et 5) entre Maison-Maugis et Condé-sur-Huisne présente un fond de vallée modérément large (545 m) avec un encaissement de 70 à 90 m. Les prairies permanentes occupent 45 % de surface du tronçon et le réseau de haies est discontinu à continu. Les cultures présentent 34 % de surface du tronçon. Les surfaces boisées occupent 17 %, se concentrent sur les versants abrupts. Le bâti présente 1,7 % et l'habitat est dispersé. Ce secteur est particulièrement riche en manoirs (Atlas des paysages du Perche, 2000) (Photographie 7.9).

La vallée de l'Huisne en aval de Condé-sur-Huisne et jusqu'à Le Theil (l'Huisne moyenne 1) est caractérisée par la largeur du fond de vallée (1135 m). Ce fond est encadré par des grands versants inclinés (à 5,14°).

À partir de Condé-sur-Huisne, la vallée s'élargit et prend une ampleur qui la distingue très nettement de celle de ses nombreux affluents. Les prairies permanentes occupent 54 % de la surface du tronçon et le réseau de haies présent sur les versants est rare dans le fond de vallée. Les cultures présentent 27 % de surface du tronçon. Les surfaces boisées occupent 14 % et se concentrent sur les versants abrupts (Photographie 7.9). La vallée de l'Huisne dans ce secteur est partiellement urbanisée, (5 %). L'Huisne serpente au milieu des prairies, dessinant de courts méandres ponctués d'aulnes. Sa grande largeur est compensée par l'ampleur des

coteaux qui la cadrent, vaste toile de fond où les haies tissent leur réseau (Atlas des paysages du Perche, 2000).

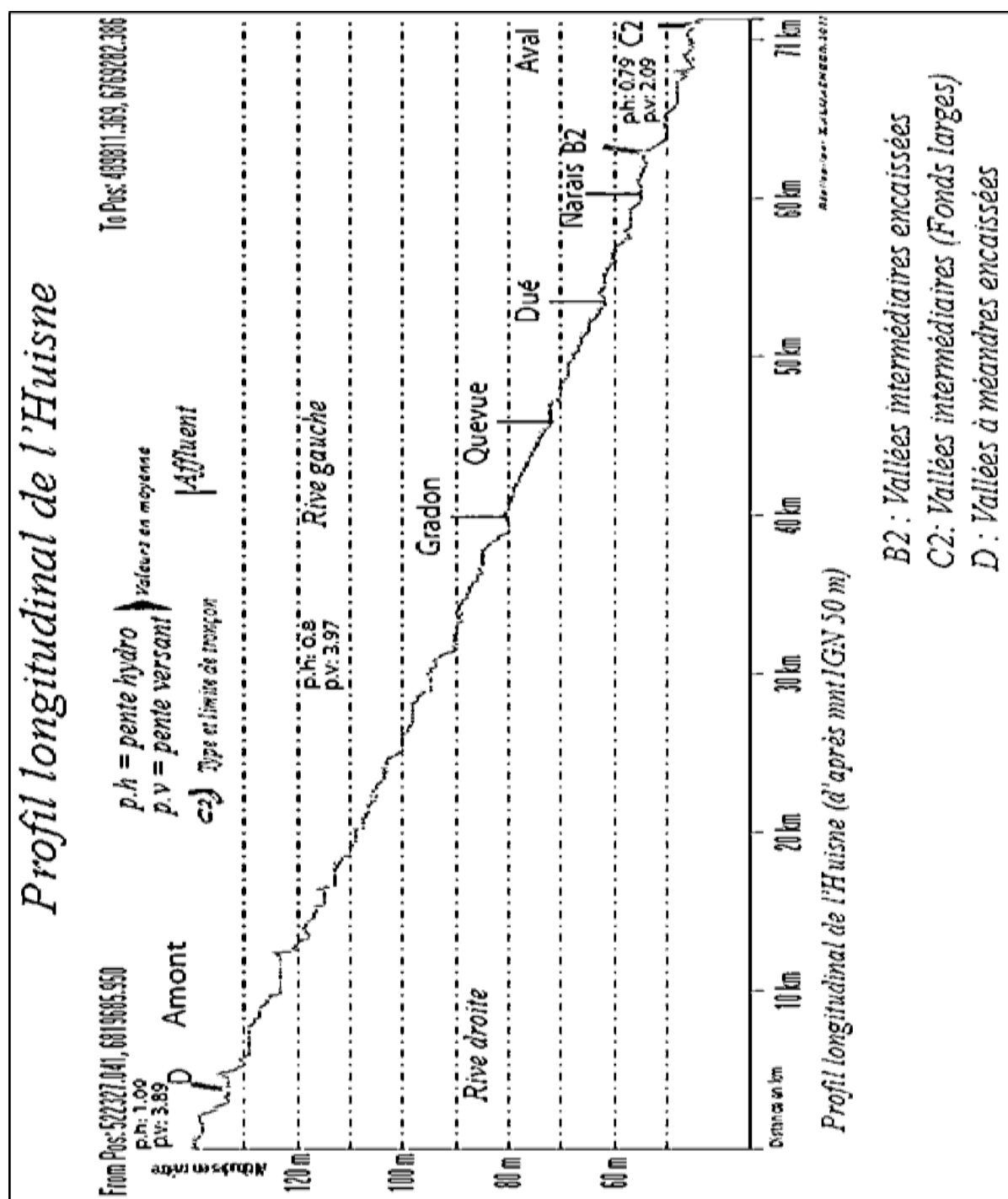


Figure 7.45- Profil longitudinal de l'Huisne avec les types de vallées.

A partir du Theil-sur-Huisne, la vallée de l'Huisne s'élargit jusqu'à plus de 1000 m (1260 m). Elle est encaissée jusqu'à 50 mètres dans les plateaux. « La vallée dans ce secteur occupe un terroir de tradition bocagère. En effet, la dispersion du bâti et la présence de nombreuses traces bocagères continuent d'exprimer cette tradition dans les paysages actuels. La trame bocagère est relativement préservée et dense, des frênes et des saules dans les vallées sont de vieux individus taillés en têtard » (Atlas de la Sarthe, 2005).



Les prairies permanentes occupent 38 % de surface du tronçon et le réseau de haies est dense. Les cultures présentent 37 % de surface du tronçon. Les surfaces boisées occupent 12 %. La vallée de l'Huisne est caractérisée par une intense activité d'élevage (Photographie 7.9). La nature des sols alluviaux (présence de sables) induit la mise en place d'activités d'extraction et la ressource en eau permet des implantations d'industries diverses, la présence d'axes de communication vers Paris assure la prospérité du commerce et l'essor de la population (Atlas de la Sarthe, 2005). La vallée de l'Huisne dans ce secteur est urbanisée, le bâti présente 8 %. Enfin, en aval de Connerré et jusqu'à la confluence de la Morte Parence (l'Huisne aval 1 et 2) le fond de vallée est large (2000 m).

« Globalement, ce secteur a un fonctionnement visuel fermé : boisements, bocage faisant le lien entre les espaces boisés, etc. A l'approche de la Sarthe et de l'Huisne, les conifères demeurent très présents, le relief devient franchement plan et annonce les grandes vallées de la dépression centrale » (Atlas de la Sarthe, 2005). Les prairies permanentes occupent 30 % de surface du tronçon et le réseau de haies est très dense. Les cultures présentent 13 % de surface du tronçon. Les surfaces boisées occupent 40 %. La vallée de l'Huisne dans ce secteur est urbanisée, le bâti présente 9 % (Photographie 7.9).



Photographie 7.9- Illustrations photographiques de vallée de l'Huisne.

Pour conclure, les vallées intermédiaires encaissées bocagères ne présentent pas d'unités singulières et le degré de contraste est très faible avec les zones environnantes. En plus, ces vallées, aux caractéristiques morphologiques « moyennes » comprennent un mélange des cultures et prairies permanentes. le bocage y est très présents.

La comparaison de ces vallées avec les unités paysagères des atlas des paysagers a montré que les vallées intermédiaires encaissées bocagères sont bien identifiées dans les atlas des paysages.

#### 7.4.3. Les vallées intermédiaires encaissées cultures « B3 »

Les « vallées intermédiaires encaissées cultivées » présentent 6,38 % des tronçons de vallées du bassin de la Maine (soit 35 tronçons).

Les fonds de vallées, larges (400 m en moyenne), sont encadrés de longs versants dont les pentes moyennes sont comprises entre 3,01° et 6,7° (Tableau 7.30 et 7.31).

#### **B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées (35 tronçons, soit 6,38 % des vallées)**

B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	
<i>Variables morphométriques</i>	
Pente moyenne du tronçon en degré	3,41
Pente moyenne de versant en degré	4,39
Largeur moyenne du tronçon en mètre	866
Largeur moyenne du fond en mètre	394
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	45
Part de la surface occupée par le versant en %	55
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,18
Pente hydrographique en m/km	3,87

B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	4,36	4,02	4,06	2,44
% de bois	12,84	12,37	14,74	12,52
% de cultures	54,61	51,86	56,11	69,08
% de prairies	26,73	30,01	24,00	15,19
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	32,59			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.30- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées cultivées.



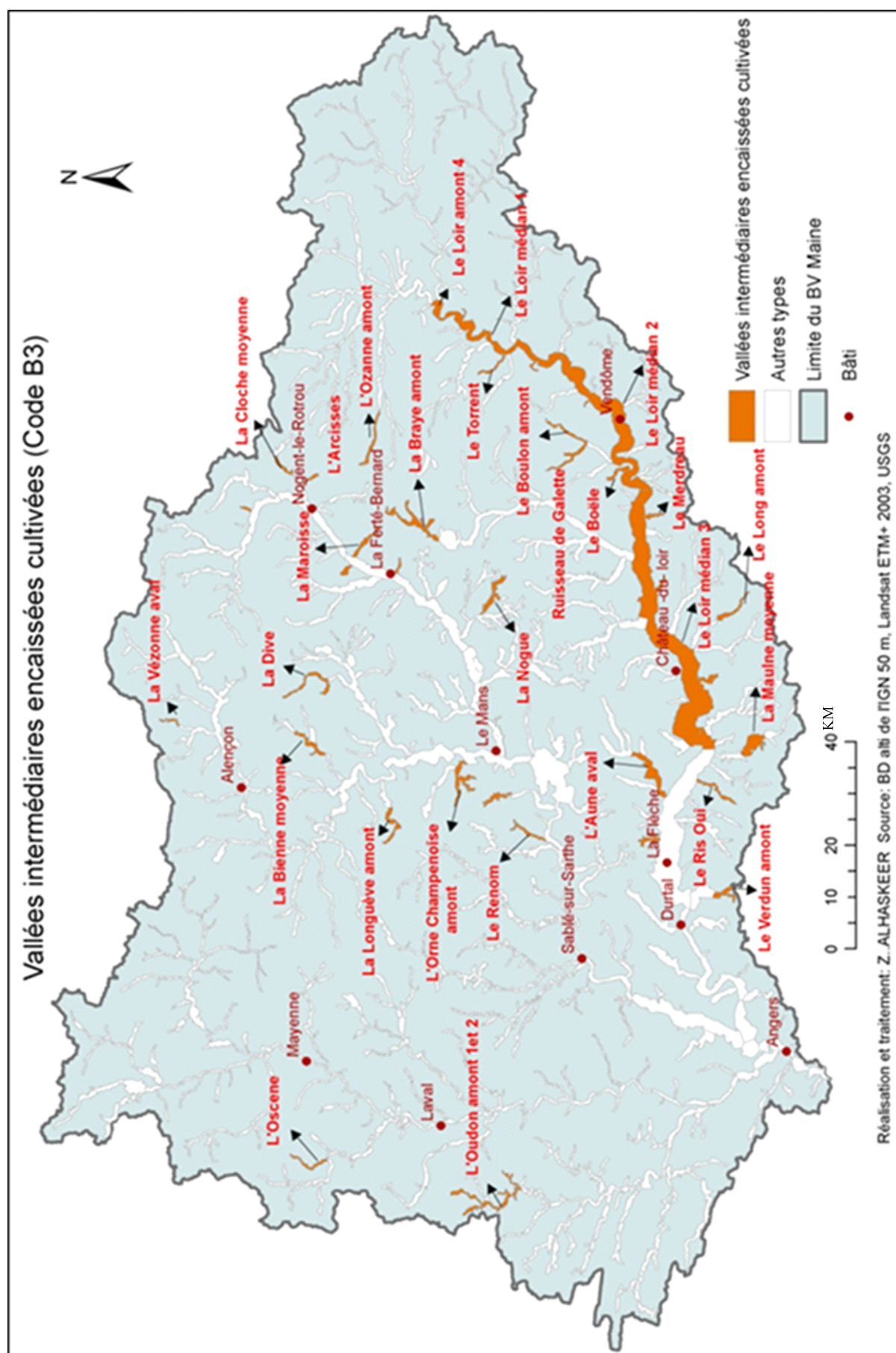


Figure 7.46- Position les vallées intermédiaires encaissées cultivées principales.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
L'Aune aval	Loir	Entre Pontvallain et la confluence avec le Loir	3,23	10-15	299	12,35	1,45
L'Ozanne amont	Loir	Entre la source et Dampierre-Sous-Ozanne	3,54	10-15	139	11,67	3,76
La Braye amont	Loir	Entre la source et Gaillot	4,08	15-25	188	12,94	1,15
La Maulne moyenne	Loir	Entre Les Chartes et Marcilly-sur-Maulne	4,37	45-55	310	6,09	1,64
Le Boële	Loir	Affluent à droite du Loir à Montoire-sur-le-Loir	6,72	25-35	102	4,85	4,74
Le Boulon amont	Loir	Entre la source et Le Boël	5,40	20-30	85	9,75	4,20
Le Loir amont 4	Loir	Entre Saint-Christophe et Marboué	6,54	20-30	850	3,55	0,28
Le Loir médian 1	Loir	Entre Marboué et Morée	6,60	25 - 55	945	36,58	0,57
Le Loir médian 2	Loir	Entre Morée et Montoire-sur-le-Loir	5,21	15 - 60	1275	45,25	0,50
Le Loir médian 3	Loir	Entre Montoire-sur-le-Loir et La Chapelle-aux-Choux	3,93	15-55	2480	64,21	0,45
Le Long amont	Loir	Entre la source et Villebourg	3,04	5 - 20	124	9,20	2,49
Le Merdreau	Loir	Affluent à gauche du Loir	3,29	5 - 20	185	3,80	7,61
Le Ris Oui	Loir	Affluent à gauche du Loir au Lude	3,32	5 - 15	198	9,77	2,45
Le Torrent	Loir	Affluent droite du Loir à Cloyes-sur-le-Loir	3,74	5 -15	156	7,15	6,84
Le Verdun amont	Loir	Entre la source Saint-Quentin-lès-Beaurepaire	3,50	5 - 10	210	2,04	6,37
L'Orne Champenoise amont	Sarthe	Entre la source et Étival-lès-le-Mans	4,85	15- 35	198	6,70	3,42
La Bienne moyenne	Sarthe	Entre L'Augoterie et Saint-Gilles	3,95	5 - 15	235	8,84	3,39
La Dive	Sarthe	Affluent droite de L'Orne Soasnoise	4,44	10-35	248	11,61	4,90
La Longuève amont	Sarthe	Entre la source et Chaligné	3,71	5 -15	175	10,53	3,32
La Vézonne amont	Sarthe	Entre la source et Les Rigoux	4,16	10-30	165	4,89	3,87
Le Renom	Sarthe	Affluent droite de la Sarthe à La Suze-sur-Sarthe	4,50	10-40	175	7,92	1,89
L'Arcisses	Huisne	Affluent gauche de la Cloche	5,10	10-30	138	4,12	9,70
La Cloche moyenne	Huisne	Entre la Hurie et Les Bréhaudières	6,12	15-35	158	5,39	4,26
La Maroisse	Huisne	Affluent gauche de l'Huisne	4,80	15-30	291	7,78	4,49
La Nogue	Huisne	Affluent droite de La Tortue	5,43	20-50	145	4,80	4,37
L'Oscene	Mayenne	Affluent gauche de L'Ernée	3,83	10 - 25	110	9,54	7,12
L'Oudon amont 1 et 2	Oudon	Entre la source et La Basse Cuche	3,74	5 - 20	260	17,51	2,59

Tableau 7.31- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées cultivées.

Le tableau 7.31 montre que la majorité des tronçons des vallées intermédiaires encaissées cultivées est située dans le bassin versant du Loir (dont ils présentent 49 % des tronçons, soit 17 tronçons).

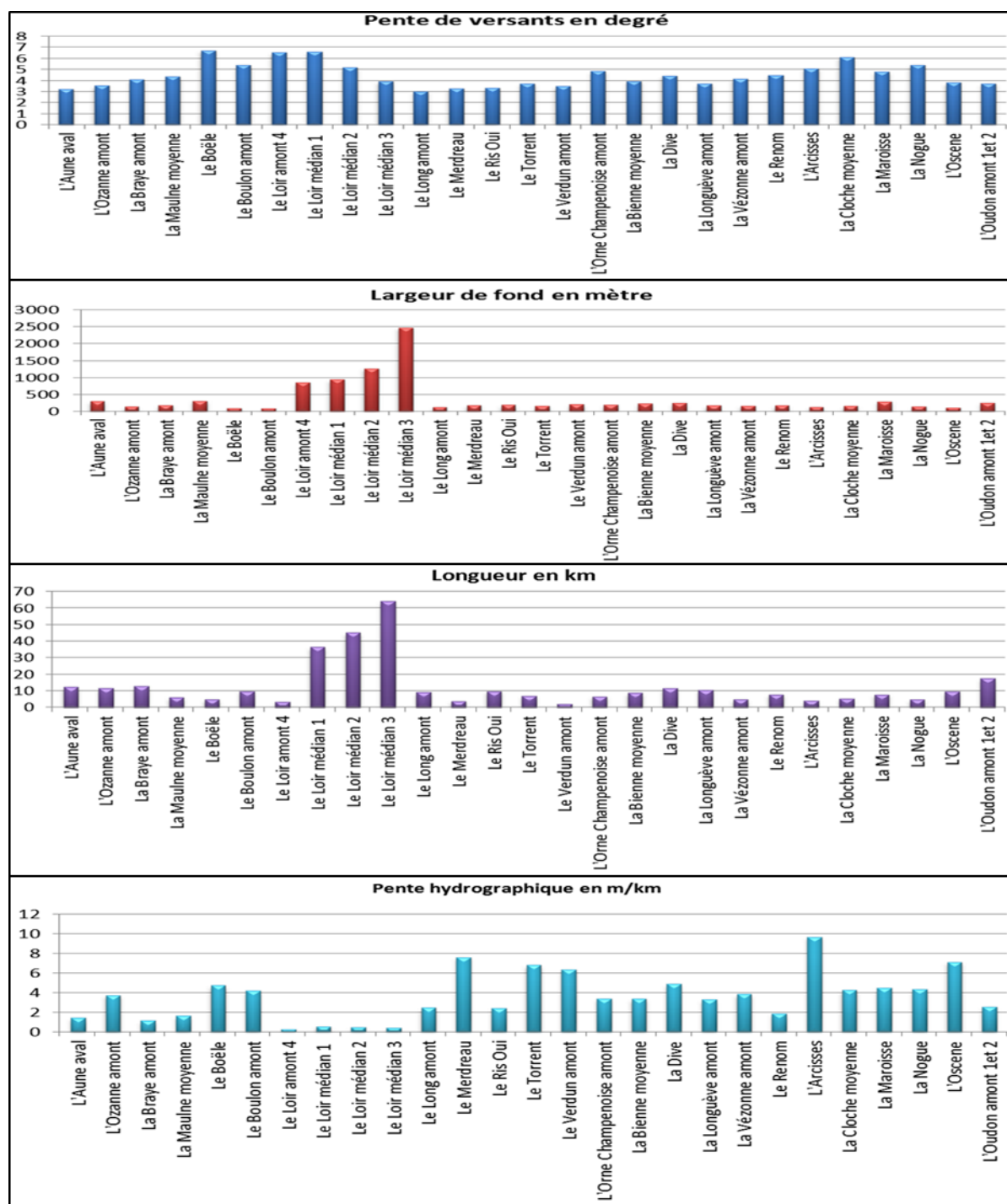


Figure 7.47- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées cultivées.

La figure 7.47 montre que la classe des vallées intermédiaires encaissées cultivées réunit des tronçons caractérisés par des versants modérément inclinés (de 3 à 6,7° dans l'ensemble des tronçons) qui dominent des fonds de moins 400m de large (sauf dans le Loir amont 4 et Le Loir médian 1, 2 et 3). Les longueurs des tronçons sont moins de 15 km (sauf dans les grandes vallées : le Loir médian 1, 2 et 3 et l'Oudon amont 1 et 2). Les pentes hydrographiques sont inférieures à 4m/km (sauf dans le Boële, le Boulon amont, le Merdreau, le Torrent, le Verdun amont, la Dive, l'Arcisses, la Cloche moyenne, la Maroisse, la Nogue et l'Oscene).



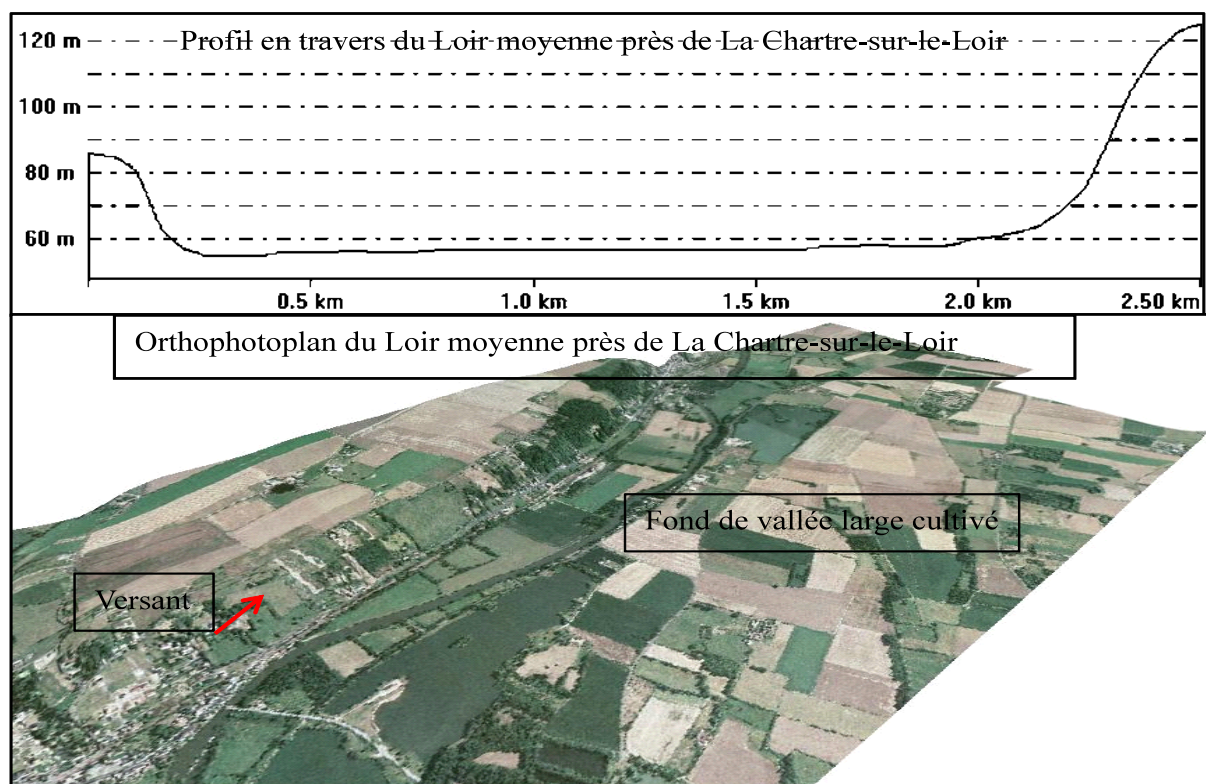


Figure 7.48- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées cultivées, exemple vallée du Loir moyenne près de La Chartre-sur-le-Loir.

Les fonds de vallées sont caractérisés des prairies permanentes et des cultures (Figure 7.48). Les cultures occupent 55% du fond de vallée du Loir amont 4 et 50 % de celui du Loir médian 2 (Tableau 7.32). Les cultures sont également présentes sur les versants (jusqu'à 74 % sur la Bienne moyenne et 52 % sur le Loir médian 2) ; elles y alternent avec les surfaces boisées (54 % sur le Loir amont 4 et 35 % sur le Loir médian 2). L'habitat, qui occupe en moyenne 4 % de la surface des tronçons, est plutôt dispersé (petits hameaux, nombreuses fermes isolées et hangars agricoles).

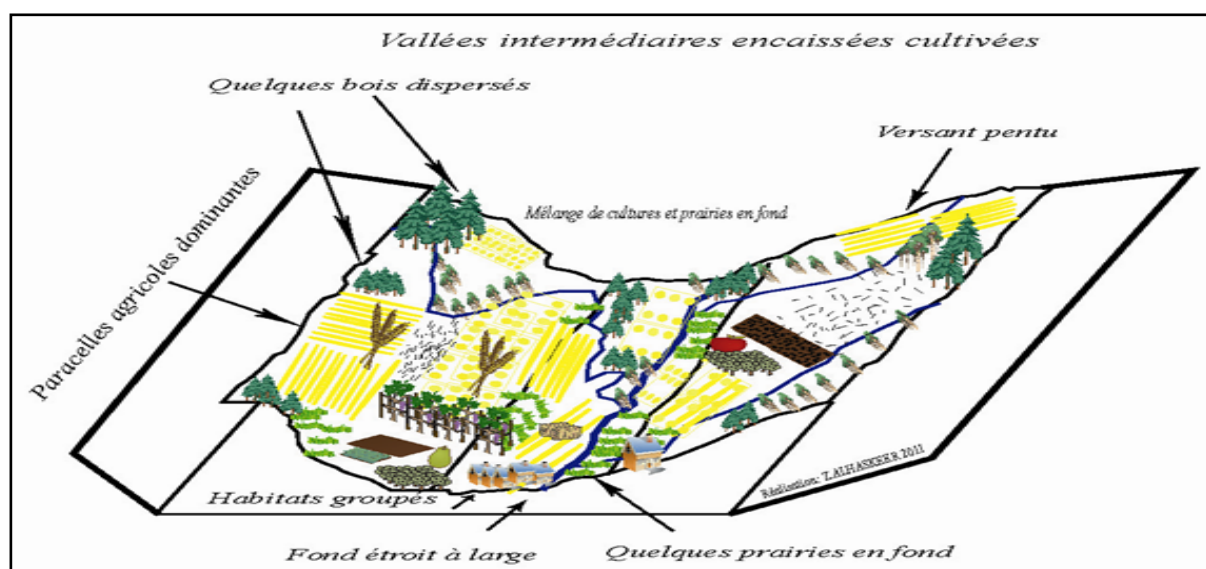


Figure 7.49- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée cultivée.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Aune aval	1,80	2,63	38,41	58,65	16,75	12,84	39,96	25,24
L'Ozanne amont	3,59	2,17	47,13	60,94	25,17	18,01	24,11	18,88
La Braye amont	1,38	2,84	22,05	41,67	74,59	51,59	1,83	3,90
La Maulne moyenne	2,55	2,03	48,75	49,06	14,30	20,30	32,95	27,35
Le Boële	4,57	4,42	48,71	59,70	40,27	32,12	6,09	3,06
Le Boulon amont	0,32	0,51	48,01	50,50	41,93	36,61	9,75	12,38
Le Loir amont 4	15,70	0,47	55,51	42,66	14,79	2,22	12,15	54,65
Le Loir médian 1	11,68	11,09	42,44	35,99	31,52	16,91	10,62	35,97
Le Loir médian 2	17,05	7,92	50,98	52,68	26,56	18,82	3,26	20,40
Le Loir médian 3	3,46	5,93	41,14	52,25	39,09	21,21	9,96	21,74
Le Long amont	3,42	8,39	19,39	43,66	59,96	39,66	16,74	7,96
Le Merdreau	0,00	1,02	64,48	65,86	35,43	31,37	0,09	1,75
Le Ris Oui	2,99	7,09	58,60	53,55	18,03	15,15	19,93	23,29
Le Torrent	3,51	0,91	66,08	70,76	5,93	17,46	24,48	10,87
Le Verdun amont	2,19	1,51	67,78	60,61	20,43	24,07	8,67	11,46
L'Orne Champenoise amont	2,71	2,16	46,29	51,46	38,25	29,52	11,77	15,46
La Bienne moyenne	0,23	0,20	56,54	74,60	32,76	14,21	8,98	9,81
La Dive	0,21	0,16	64,42	61,10	16,60	25,88	15,63	11,26
La Longuève amont	0,66	2,43	57,33	58,85	28,81	27,17	9,94	10,50
La Vézonne amont	3,64	5,14	51,32	61,19	30,49	20,23	6,79	7,43
Le Renom	2,89	2,75	53,07	54,07	27,47	21,26	13,59	19,80
L'Arcisses	0	2,56	44,95	73,22	28,13	22,94	26,92	1,27
La Cloche moyenne	0	0,92	35,50	52,86	23,76	11,48	40,74	34,73
La Maroisse	3,79	5,52	46,60	58,20	49,51	29,48	0,05	6,75
La Nogue	1,48	1,36	68,39	52,26	20,33	15,59	8,80	30,67
L'Oscene	4,45	3,16	54,34	57,14	31,59	28,46	2,04	1,64
L'Oudon amont 1 et 2	5,64	3,65	49,45	57,82	33,98	32,20	7,92	4,93

Tableau 7.32- Répartition des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées cultivées.

Dans le détail de nombreuses variantes sont observées et apparaissent dans le tableau 7.32. La plupart des tronçons de ce type sont situés dans le bassin du Loir où les conditions pour la mise en valeur agricole sont les plus favorables.

Afin de montrer l'hétérogénéité et l'homogénéité entre les tronçons des vallées intermédiaires encaissées cultivées, nous avons justement choisi la vallée du Loir amont médian (4 tronçons) où plusieurs tronçons successifs appartiennent à ce type (Figure 7.51).

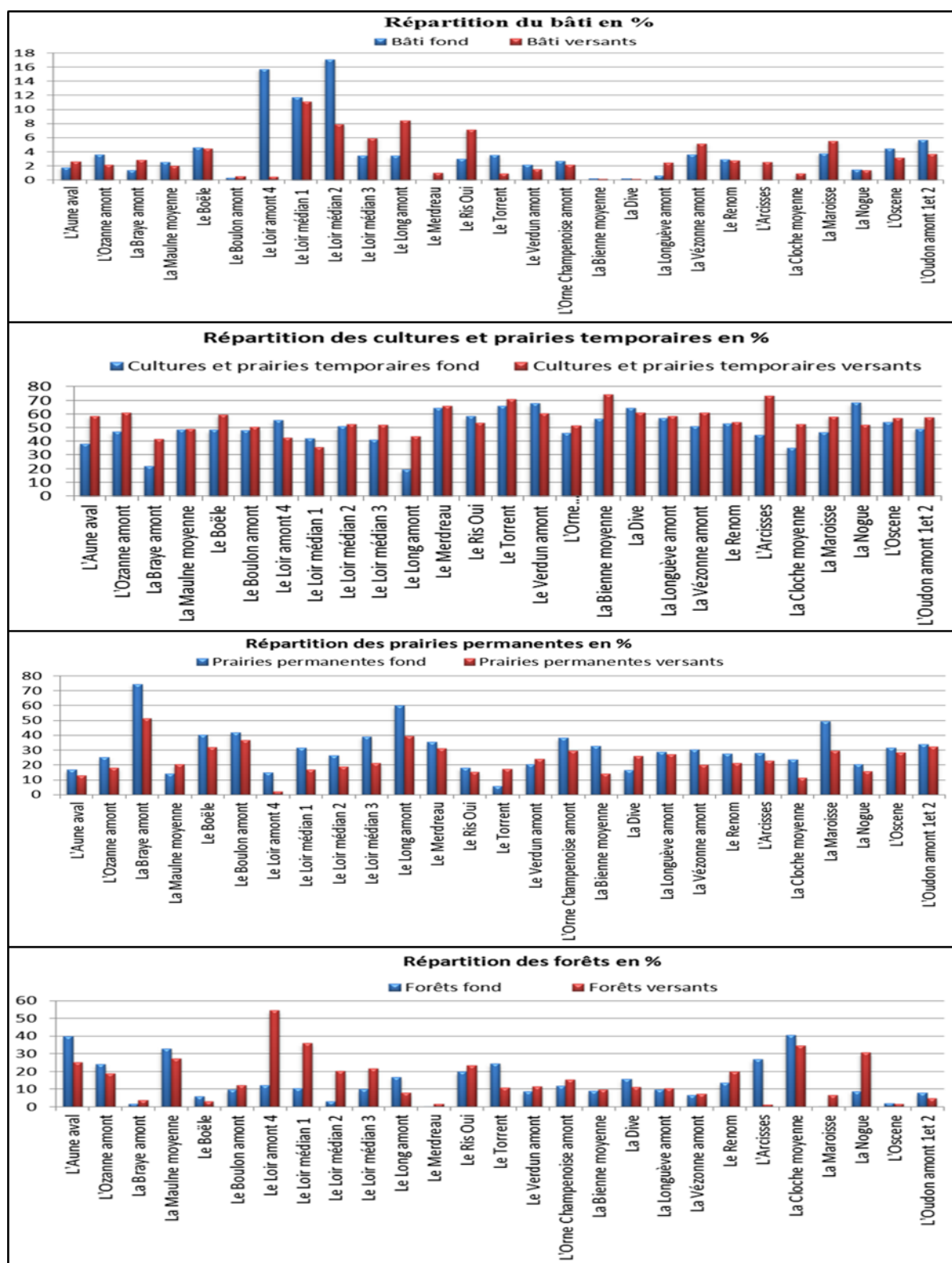


Figure 7.50- Comparaison de répartition des classes d'occupation du sol des vallées intermédiaires encaissées cultivées.

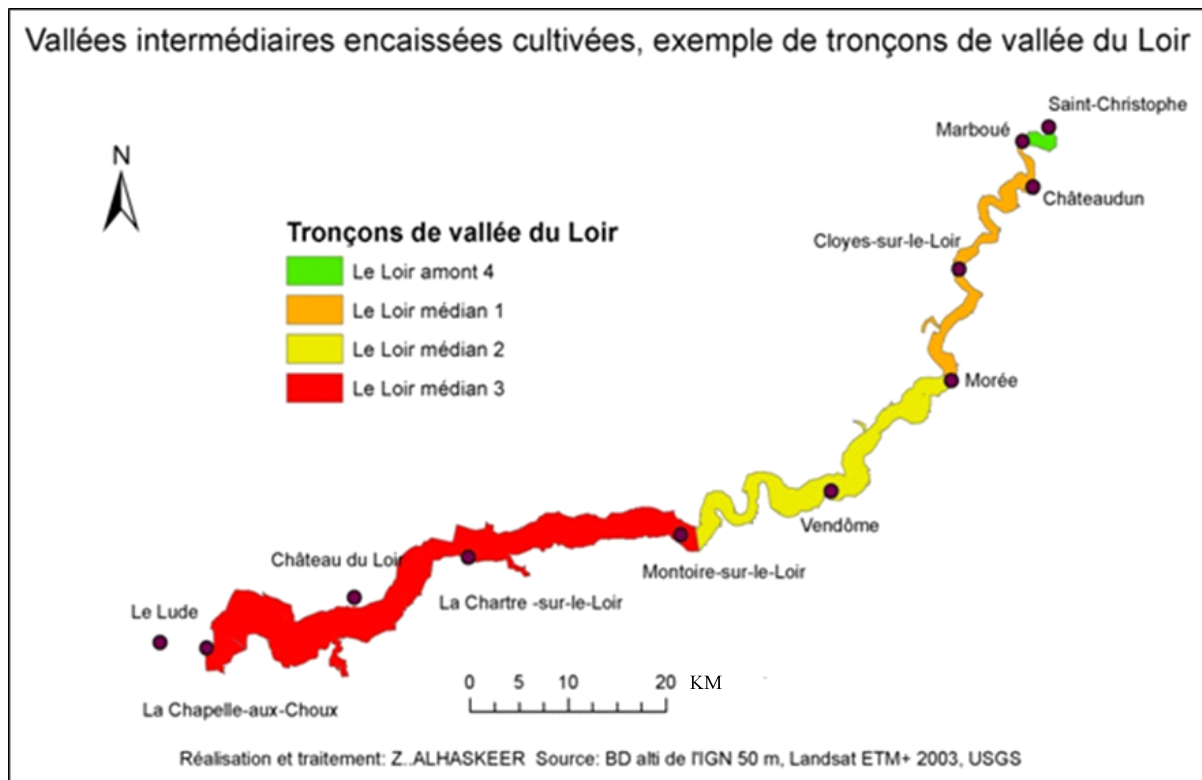


Figure 7.51- Tronçons intermédiaires encaissées cultivés de la vallée du Loir.

#### Loir amont 4 :

Le tronçon du Loir amont 4 (entre Saint-Christophe et Marboué) est à dominante agricole ; il comprend les plaines alluviales du Loir et de la Conie, cultivées, boisées, ainsi que leurs versants boisés. Ce tronçon est caractérisé par une vallée encaissée ; avec des versants atteignent à  $6,55^\circ$  de pente et le fond de vallée est large (850 m). Les cultures sont dominantes (50 % de surface du tronçon, comme l'indique par exemple le Loir à Saint-Mamès et Saint-Christophe). Les prairies sont rares et concentrées dans le fond de vallée (exemple : le Loir à Marboué) (Photographie 7.10). Le réseau de bocage est très rare et discontinu. Les surfaces boisées sont sur les coteaux abrupts (33 % de la surface du tronçon). Ce tronçon est très urbanisé surtout dans le fond de vallée où l'habitat occupe présente 15 %.

#### Le Loir médian 1 :

Ce tronçon (entre Marboué et Morée) constitue une entité paysagère bien marquée entre deux régions naturelles aussi différentes que la Beauce (cultures) et le Perche (prairies). Les coteaux et vallons boisés de la rive droite rappellent les paysages du Perche, tandis que les larges plains cultivées de la rive gauche donnent une perspective du plateau beauceron. A l'amont de Morée, la vallée dessine un sillon plutôt régulier entre Perche et Beauce sur 36 de kilomètres de longueur et une largeur d'environ un kilomètre.

Les versants sont de hauteurs irrégulières, atteignant 45 mètres à Saint-Jean-Froidmentel contre 25 mètres à peine à Morée, sur la rive opposée. Le fond de vallée est caractérisé par la présence de prairies et de cultures, tandis que les coteaux sont partiellement cultivés et parfois plantés en vigne. L'agriculture marque largement ce tronçon et occupe les fonds plats (exemple, le Loir à Saint-Denis-les-Ponts, Douy et Saint-Jean-Froidmentel) (Photographie 7.10). Les versants sont alternativement cultivés ou boisés selon la raideur de leur pente. Ce



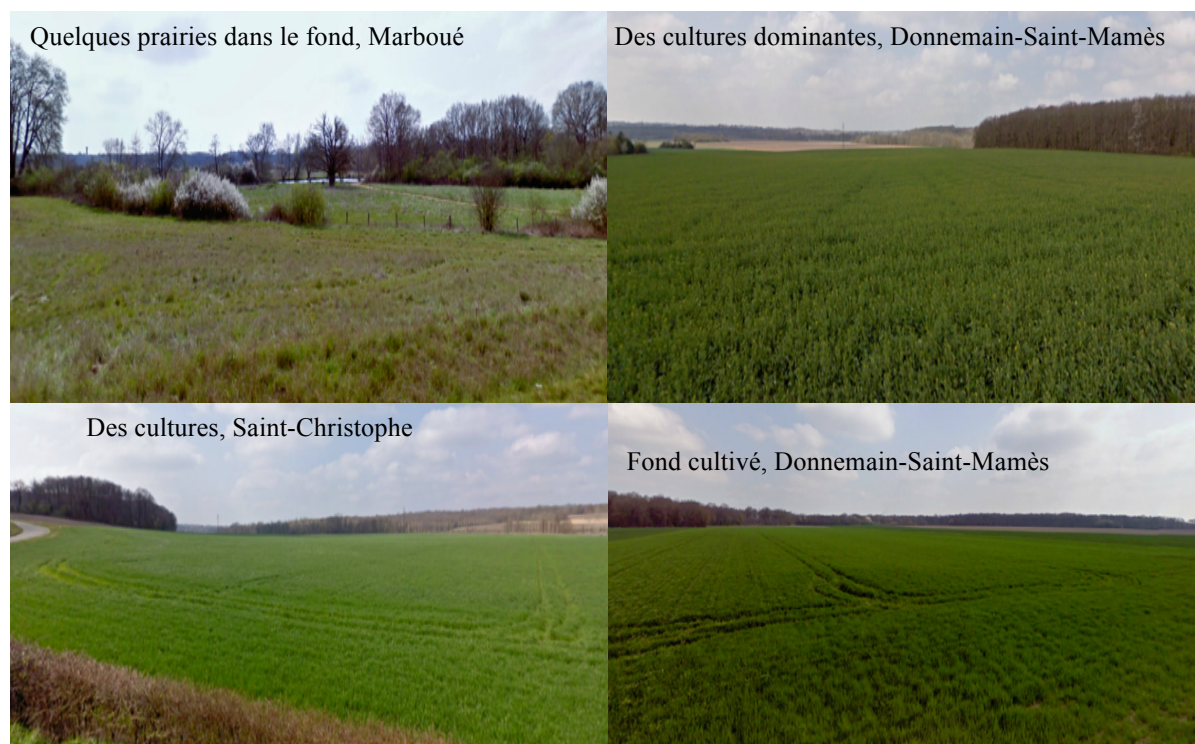
secteur de vallée du Loir est bien urbanisé et l'habitat est présent sur 12 % de surface du tronçon.

### Le Loir médian 2

Le tronçon du Loir médian 2 (entre Morée et Montoire-sur-le-Loir) dessine une vallée plutôt régulière entre Perche et Beauce sur 45 de kilomètres, pour une largeur de plus d'un kilomètre. Les coteaux, de hauteurs irrégulières, atteignant 40 mètres à Pezou contre 25 mètres à Saint-Firmin-des-Prés, sont souvent trop raides (pente moyenne de versants est de 5,21°) pour être cultivés, ils délimitent la vallée d'un net liseré sombre et boisé ou cultivé. (Atlas des paysages du Loir-et-Cher, 2009). Entre Fréteval et Vendôme, la vallée s'élargit jusqu'à un à deux kilomètres (Lignièrès, Saint-Firmin-des-Prés ou Areines). Le fond est cultivé sur 51 % de la superficie (sols favorables et présence d'eau). A l'aval de Vendôme, la vallée est bocagère et les prairies sont pâturées. Dans les secteurs les plus larges, de grandes parcelles sont occupées par les labours (Atlas des paysages du Loir-et-Cher, 2009). L'urbanisation est importante et l'habitat présente 17 % de surface du tronçon (Photographie 7.10).

### Le Loir médian 3

Le tronçon du Loir médian 3 (entre Montoire-sur-le-Loir et La Chapelle-aux-Choux) dessine sur une distance de 65 km, une vallée large de plus de deux kilomètres. (surtout entre Montoire-sur-le-Loir et Couture-sur-Loir, où le Loir reçoit la Bray)e. Elle est fertile ce qui permet le développement de la céréaliculture intensive (les cultures occupent 47 % de surface du tronçon, par exemple : le Loir Asnières) (Photographie 7.10). « Les champs s'étirent jusqu'à rejoindre le liseré lointain du coteau opposé. L'ensemble compose un paysage ouvert et vaste qui s'offre largement au regard » (Atlas des paysages du Loir-et-Cher, 2009). Les prairies permanentes présentent 30% de surface du tronçon. Les surfaces boisées sont rares dans le fond de vallée, tandis que sur les versants, les bois occupent les secteurs les plus inclinés en comme à Trôo et à Fréteval (Photographie 7.10). Le bâti, petits villages de 300 à 500 habitants, présente 5 % de surface du tronçon.







*Photographie 7.10- Illustrations photographiques de vallées intermédiaires encaissées cultivées, exemple : le Loir.*

Pour conclure, les vallées intermédiaires encaissées cultivées sont situées dans l'est du bassin versant de la Maine en particulier dans le bassin du Loir. La grande largeur des fonds des vallées joue un rôle important pour l'agriculture qui profite de la nature favorable du sol. La comparaison de ce type de vallée avec les unités paysagères des atlas des paysages a mise en évidence la capacité de notre typologie à extraire les vallées intermédiaires encaissées cultivées. Ces vallées sont peu contrastées avec les zones environnantes en particulier dans les tronçons de vallée du Loir.

#### 7.4.4. Les vallées intermédiaires encaissées boisées « B4 »

Les « vallées intermédiaires encaissées boisées » présentent 8,58 % des tronçons de vallées du bassin de la Maine (soit 47 tronçons). Ce sont de vallées étroites (fonds de vallées étroit 215 m en moyenne) encadrées de longs versants aux pentes moyennes comprises entre 3,26° et 5,58°, qui occupent 73 % de surface des tronçons (Tableaux 7.33 et 7.34).

#### **B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées (47 tronçons, soit 8,58 % des vallées)**

B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	
<i>Variables morphométriques</i>	
Pente moyenne du tronçon en degré	3,74
Pente moyenne de versant en degré	4,52
Largeur moyenne du tronçon en mètre	586
Largeur moyenne du fond en mètre	158
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	27
Part de la surface occupée par le versant en %	73
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,18
Pente hydrographique en m/km	4,68

B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,34	2,12	2,51	1,96
% de bois	41,15	42,36	40,04	27,56
% de cultures	32,74	29,45	35,04	54,66
% de prairies	20,99	22,59	20,09	14,22
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	39,59			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	3			

Tableau 7.33- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées boisées.

Quarante-sept tronçons sont identifiés comme des vallées intermédiaires encaissées boisées, Ce sont de petites unités, inscrites dans les versants des vallées principales (Figure 7.52 et 7.53).



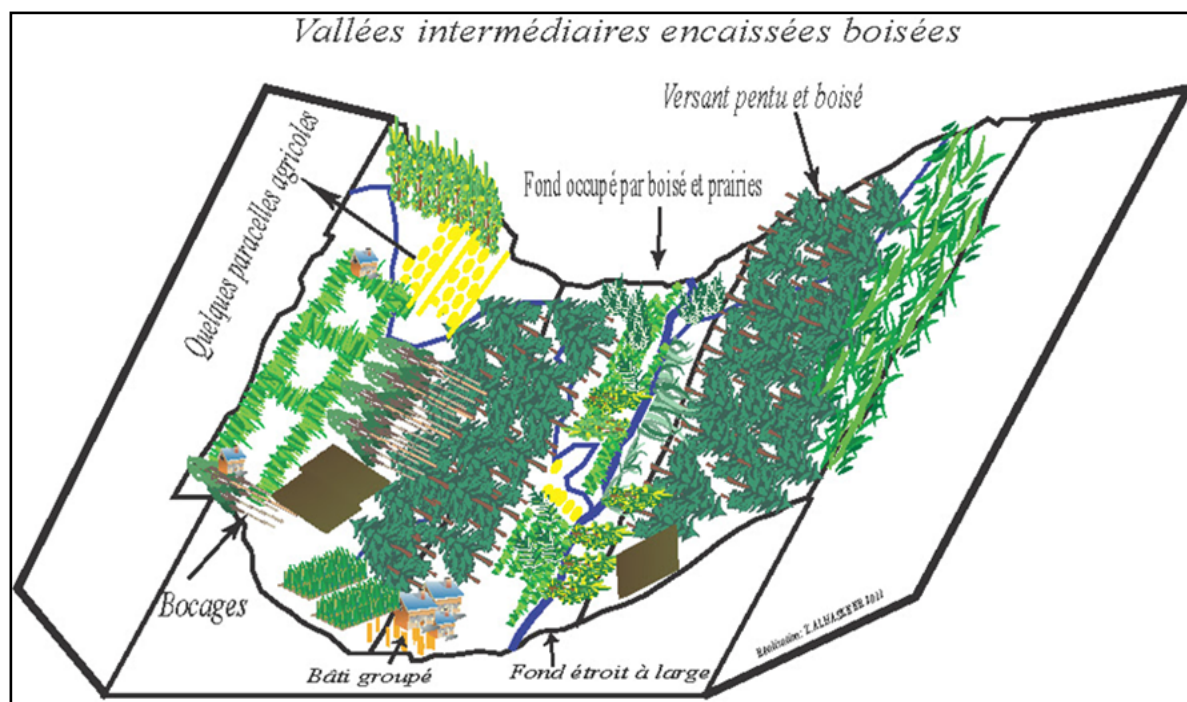


Figure 7.52- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée boisée.

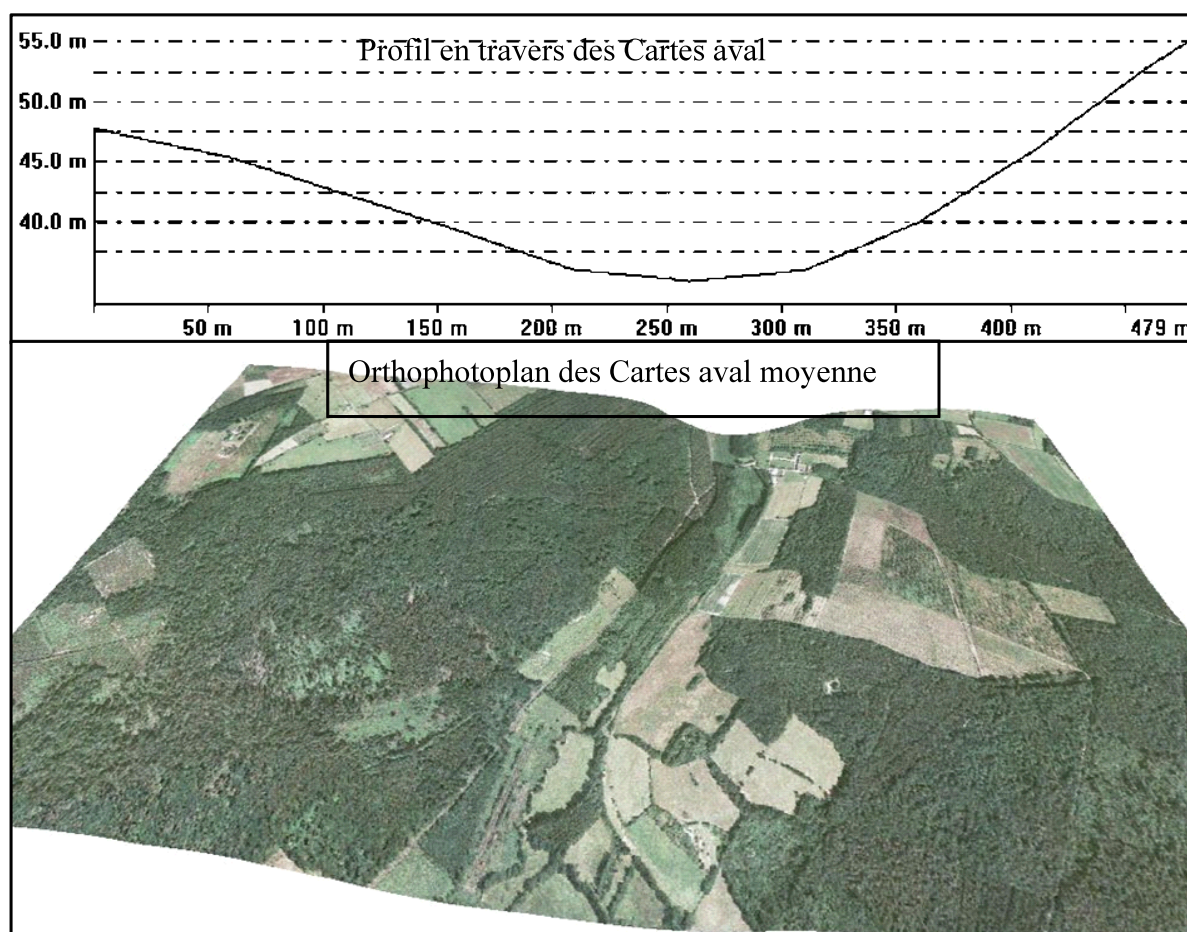


Figure 7.53- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées boisées, Les Cartes (BV Loir).

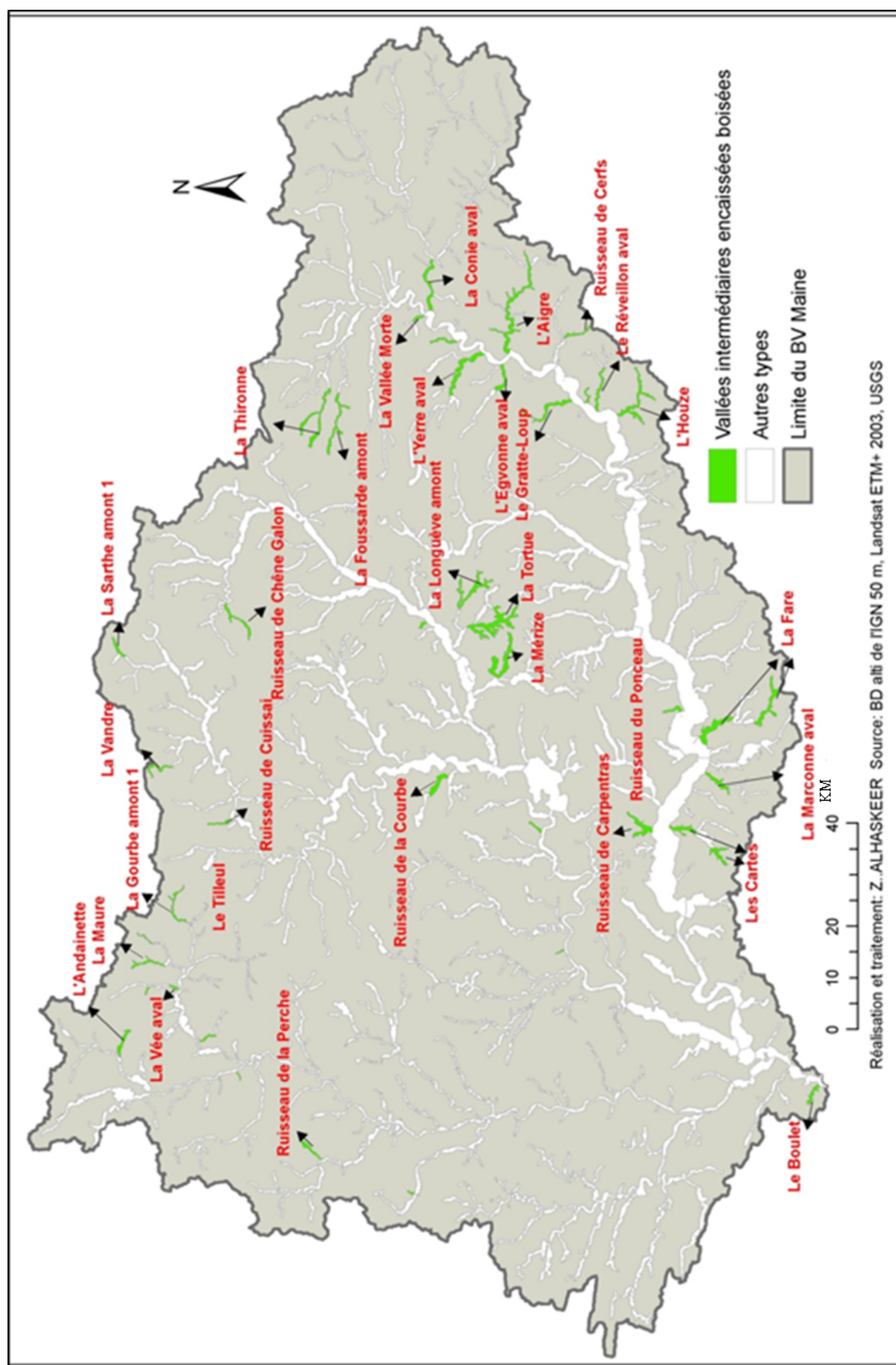


Figure 7.54- Localisation des vallées intermédiaires encaissées boisées.

Tronçon	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Les Cartes amont et aval	Loir	Entre les Deux Eves et la confluence avec Le Loir (aval), et entre la source et La Champlonnières (amont)	4,38	15-30	265	9,58	2,53
La Marconne aval	Loir	Entre le Moulin Neuf et la confluence avec Le Loir	4,97	10-20	234	5,46	0,73
La Fare amont et aval	Loir	Entre Les Giraudières et la confluence avec Le Loir (aval), et entre la source et Vaujours (amont)	4,32	20-40	248	21,16	1,83
La Houzè	Loir	Affluent gauche du Loir (Vendôme)	4,46	10-30	165	13,41	1,63
Le Réveillon aval	Loir	Entre La Chauvinière et la confluence avec Le Loir	5,33	5 -20	131	10,22	2,05
Le Gratte-Loup	Loir	Affluent droit du Loir	5,10	20- 40	112	13,31	3,53
L'Aigre aval	Loir	Entre La Motteraye et la confluence avec Le Loir	4,36	10-25	278	9,81	1,32
Fossée de l'Aigre	Loir	Entre La source et La Motteraye	3,26	5 - 15	158	16,16	0,37
L'Egvyonne aval	Loir	Entre Villeboubt et la confluence avec Le Loir	5,12	20- 40	111	6,54	4,43
L'Yerre aval	Loir	Entre Courtalain et la confluence avec Le Loir	4,73	15-35	145	14,61	2,39
La Conie aval	Loir	Entre Nottonville et la confluence avec Le Loir	4,19	5 - 15	290	12,53	0,31
La Foussarde amont	Loir	Entre la source et Le But	3,95	5 - 15	95	12,98	3,69
La Thironne moyenne et amont	Loir	Entre la source et Montigny-le-Chartif	4,33	15- 40	90	12,79	4,33
La Sarthe amont 1	Sarthe	Entre la source et Croulard	5,12	15 - 40	185	4,35	4,59
La Vandré	Sarthe	Affluent droit de La Vézonne	5,42	5 - 40	90	8,05	6,07
La Mérisse	Huisne	Affluent droit du Narais	3,47	5 - 35	198	7,59	4,87
La Tortue	Huisne	Affluent gauche du Dué	5,12	5 - 30	255	11,04	3,31
La Longuève amont	Huisne	Entre la source et Bois de Bréhaut	4,31	10- 40	131	5,91	4,90
La Vée aval	Mayenne	Entre Le Moulin de Tessé la confluence avec La Mayenne	5,30	5 - 40	152	2,24	6,67
La Maure	Mayenne	Affluent droit de La Gourbe	3,36	5 - 20	122	7,02	4,70
La Gourbe amont 1	Mayenne	Entre la source et La Motte-Fouquet	4,07	5 - 15	55	4,13	6,28
Le Tilleul	Mayenne	Affluent droit de La Mayenne	4,84	10-50	60	10,29	7,73
L'Andainette	Mayenne	Affluent gauche de La Varenne	4,77	10-50	104	5,87	5,61
Le Boulet	Maine	Affluent droit de La Maine	4,30	10-25	128	4,40	2,72

Tableau 7.34- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées boisées.

La figure 7.55 montre que la classe des vallées intermédiaires encaissées boisées rassemble des tronçons caractérisés par des versants peu inclinés (moins de 5° dans l'ensemble des tronçons, sauf dans le Réveillon aval, le Gratte-Loup, l'Egvyonne aval, la Sarthe amont 1, la Vandré, la Tortue et la Vée aval). Les fonds ont moins 250m de large (sauf dans les Cartes amont et aval, la Marconne aval, la Fare amont et aval, l'Aigre aval, la Conie aval et la Tortue) et leur longueur ne dépasse pas 15 km. Ces vallées sont marquées par des profondeurs (entre 5 et 50m) et des pentes hydrographiques contrastées (de 0,7 à 7,7 m/km).



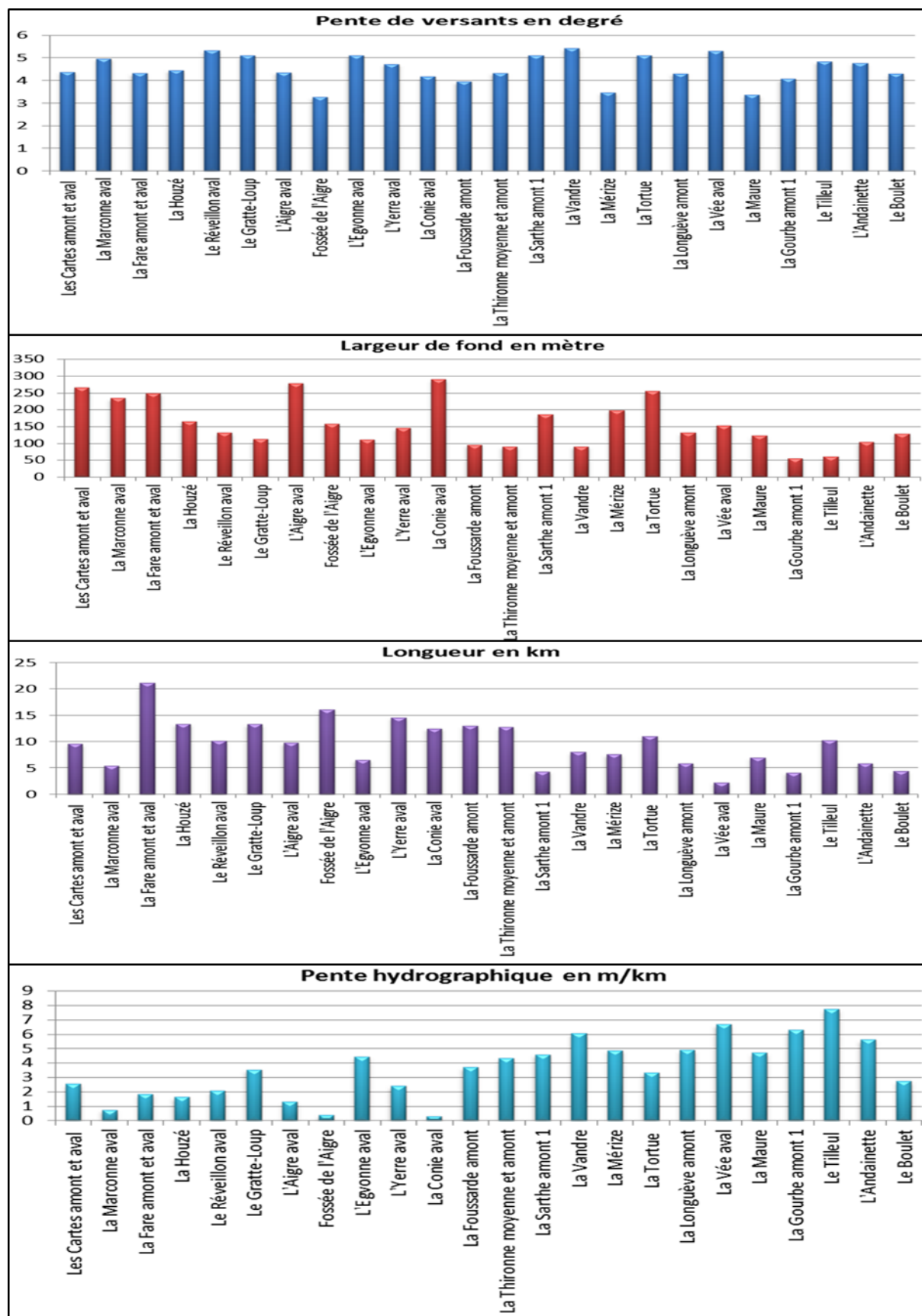


Figure 7.55- Comparaison des variables morphologiques des vallées principales intermédiaires encaissées boisées.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Les Cartes amont et aval	2,30	1,37	31,87	36,35	6,02	6,77	56,00	54,83
La Marconne aval	3,12	1,95	40,04	50,43	16,98	20,13	35,66	25,69
La Fare amont et aval	3,49	2,87	29,98	36,33	21,58	14,05	38,01	44,32
La Houzé	5,77	6,61	35,96	46,72	18,11	14,55	40,15	32,12
Le Réveillon aval	0,88	0,62	27,44	34,88	20,67	12,04	51,01	52,46
Le Gratte-Loup	3,44	1,77	35,73	46,28	31,61	22,33	27,32	29,59
L'Aigre aval	2,15	7,09	36,29	69,47	13,67	10,38	47,88	13,07
Fossée de l'Aigre	1,50	5,74	43,92	73,16	4,01	8,33	50,41	12,77
L'Eggonne aval	0,70	0,12	43,99	50,31	21,91	28,15	33,40	21,42
L'Yerre aval	1,43	0,16	58,22	42,67	27,32	13,78	13,03	43,40
La Conie aval	1,19	1,64	22,33	40,71	14,11	13,88	60,15	43,29
La Foussarde amont	2,83	0,86	41,87	36,92	26,17	22,45	30,13	39,78
La Thironne moyenne et amont	0,17	0,99	29,50	34,14	25,30	22,98	45,00	41,88
La Sarthe amont 1	0,84	1,56	14,85	20,16	25,08	46,86	53,18	25,57
La Vandre	1,99	3,13	13,53	19,16	23,18	8,53	53,83	63,13
La Mérisse	0,68	1,06	25,62	39,50	2,59	5,85	66,33	53,39
La Tortue	2,70	2,17	46,32	49,42	24,72	22,81	23,94	24,87
La Longuève amont	1,37	1,54	36,18	31,72	36,57	20,55	25,30	46,16
La Vée aval	10,72	11,47	20,31	14,87	47,35	30,58	21,61	42,76
La Maure	4,31	9,14	12,83	15,70	53,54	25,61	22,03	37,05
La Gourbe amont 1	0,00	0,00	10,66	8,18	9,55	18,81	71,14	68,67
Le Tilleul	0,00	0,53	5,33	9,10	24,24	29,34	64,52	58,52
L'Andainette	0,29	0,04	28,62	25,94	30,66	29,01	36,39	42,53
Le Boulet	3,38	2,58	24,69	25,17	53,51	38,39	11,62	27,41

Tableau 7.35- Répartition des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées boisées.

On constate que fonds et versants sont majoritairement occupés par des bois. Prairies et cultures sont distribuées très diversement dans les fonds et les versants. Les cultures occupent moins de 40% de surface du tronçon (sauf la Marconne aval, la Houzé, le Gratte-Loup, l'Aigre aval, Fossée de l'Aigre, l'Eggonne aval, l'Yerre aval et la Tortue) et les prairies permanentes moins de 20% (sauf dans le Gratte-Loup, l'Eggonne aval, l'Yerre aval, la Foussarde amont, la Thironne moyenne et amont, la Sarthe amont 1, la Tortue, la Longuève amont, la Vée aval, la Maure, le Tilleul, l'Andainette et le Boulet). Elles sont peu urbanisées dans l'ensemble des tronçons (moins de 2%), sauf dans la Houzé, la Vée aval et la Maure (Photographie 7.11). Ces vallées n'ont ainsi rien de remarquables.

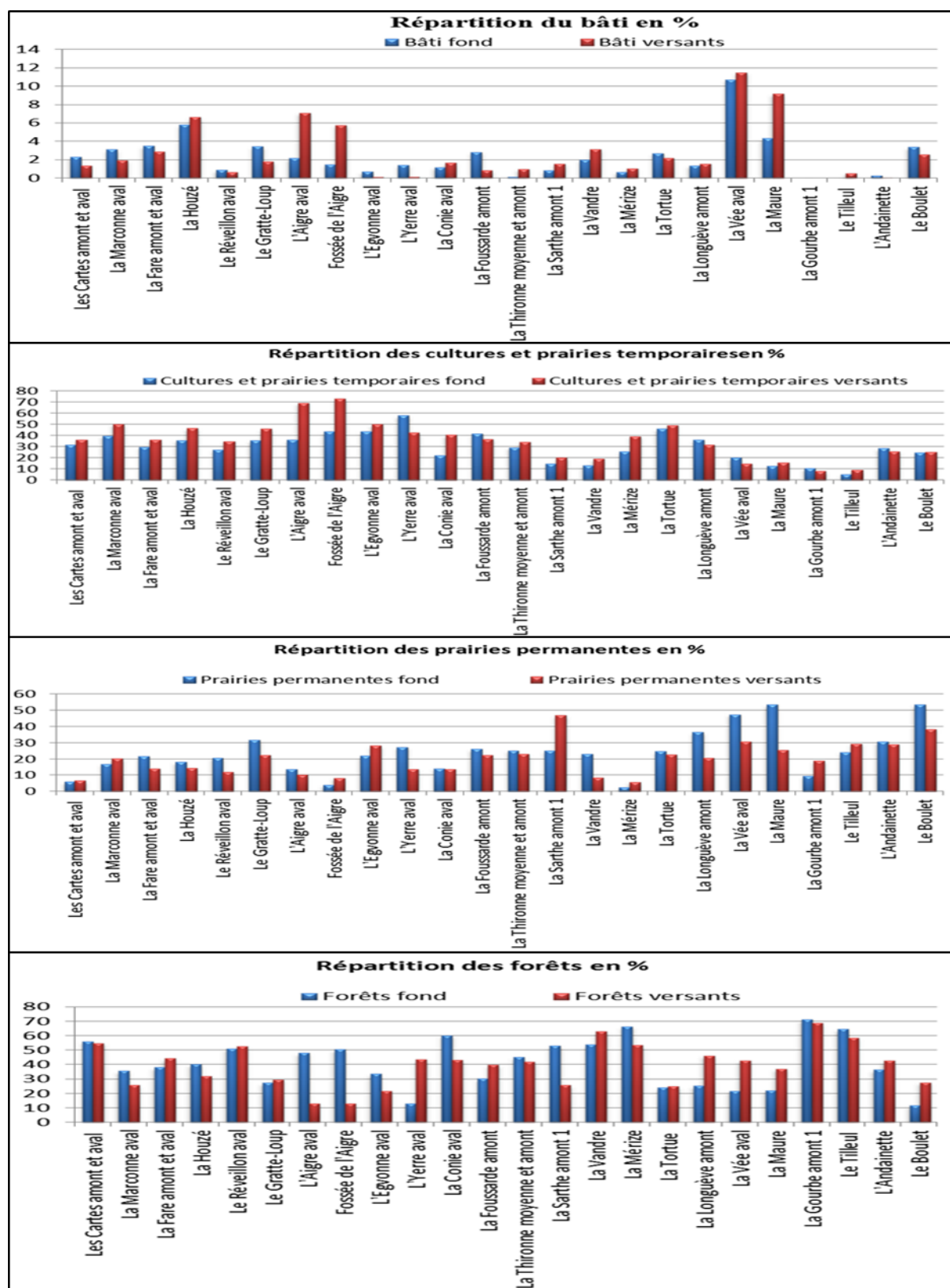


Figure 7.56- Comparaison de répartition des classes d'occupation du sol des vallées intermédiaires encaissées boisées.



*Photographie 7.11- Exemples photographiques des vallées intérieures encaissées boisées.*



#### 7.4.5. Les vallées intermédiaires encaissées herbagères « B5 »

Les « vallées intermédiaires encaissées herbagères » présentent 7,11 % des tronçons de vallées du bassin de la Maine (soit 39 tronçons). Ce sont de vallées étroites (la largeur des fonds est de 250 m en moyenne) encadrées de longs versants (pentes moyennes comprises entre 3,11° et 6,75°) qui restent occupent 60 % de surface des tronçons (Tableaux 7.36 et 7.37).

##### **B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères (39 tronçons, soit 7,11 % des vallées)**

B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	
<i>Variables morphométriques</i>	
Pente moyenne du tronçon en degré	3,73
Pente moyenne de versant en degré	4,67
Largeur moyenne du tronçon en mètre	618
Largeur moyenne du fond en mètre	243
Part de la surface occupée par le fond de vallée	40
Part de la surface occupée par le versant	60
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,16
Pente hydrographique en m/km	4,50

B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	1,93	1,43	2,27	1,68
% de bois	9,04	9,11	9,05	10,00
% de cultures	38,33	33,98	41,41	54,93
% de prairies	46,54	49,67	44,46	31,65
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	54,70			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.36- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées herbagères.

Trente-neuf tronçons sont identifiés comme des vallées intermédiaires encaissées herbagères (Figure 7.57). L'organisation des parcelles herbagères varie selon la préservation ou non des mailles du bocage, (Figure 7.58 et 7.59). Ces tronçons sont surtout situés dans le bassin de la Sarthe et de la Mayenne.



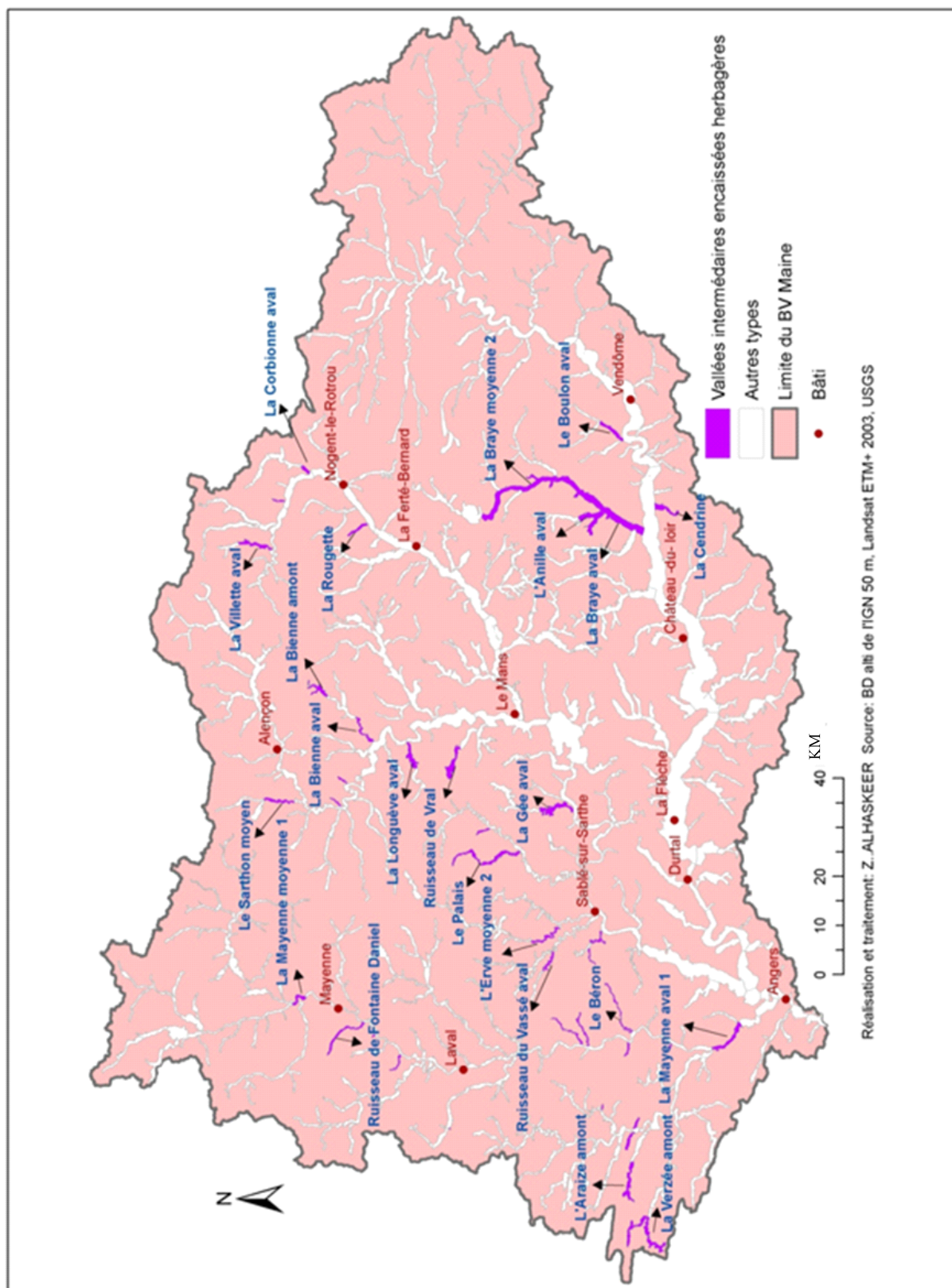


Figure 7.57- Localisation des vallées intermédiaires encaissées herbagères.

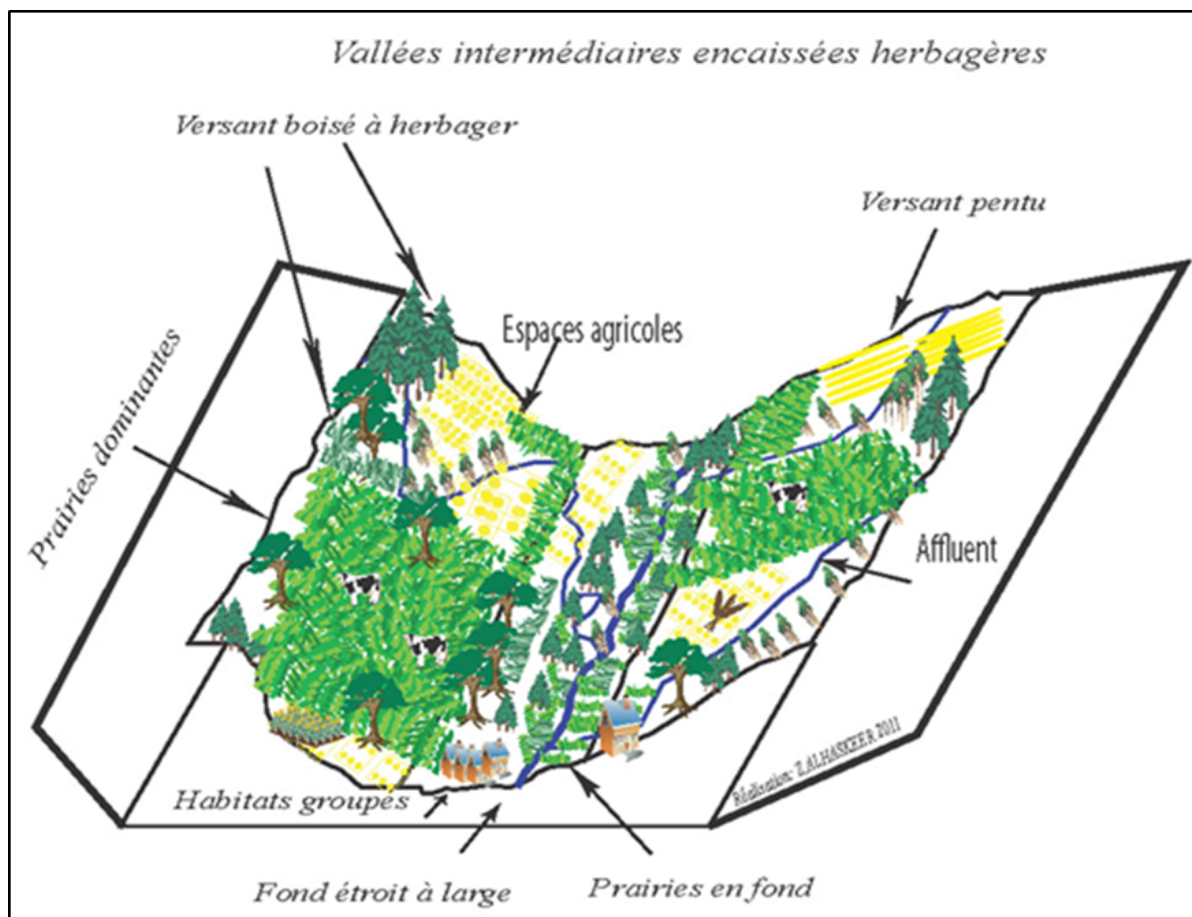


Figure 7.58- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée boisée.

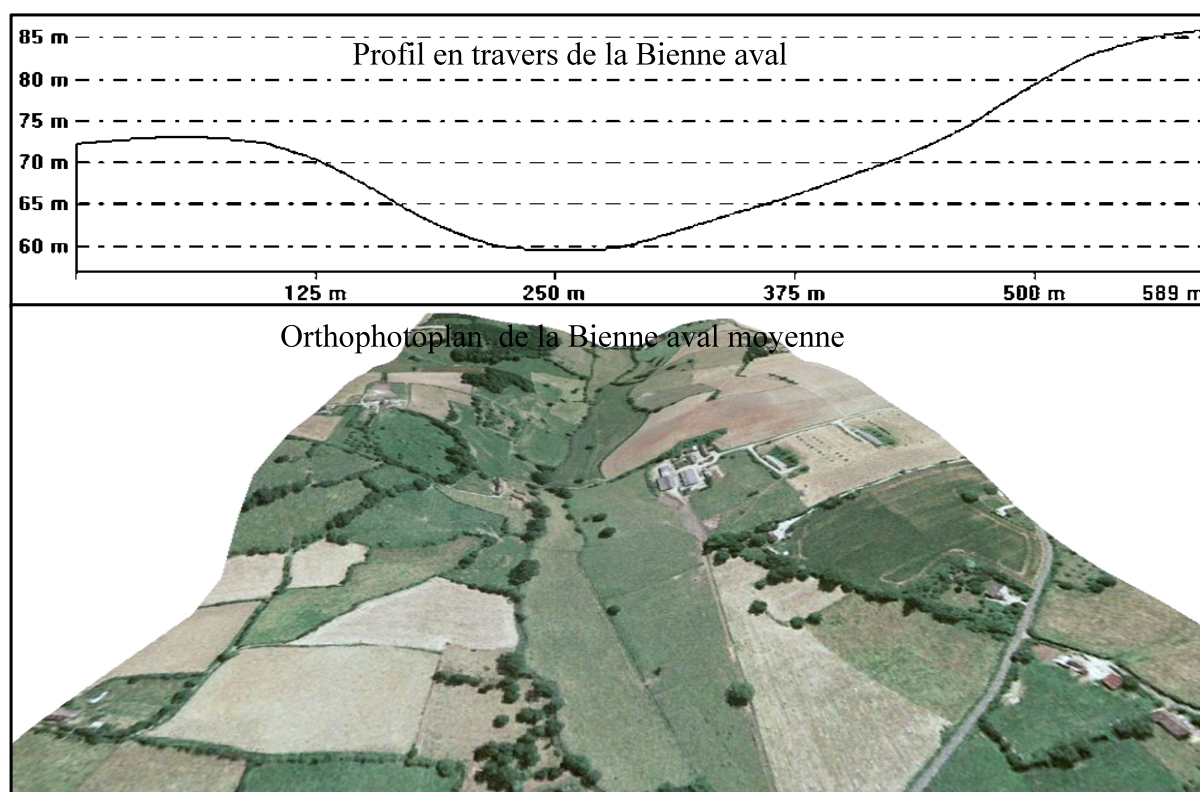


Figure 7.59- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées herbagères, La Bienne aval (BV Sarthe).

Tronçon	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
L'Anille aval	Loir	Entre Saint-Gervais-de-Vic et la confluence avec la Bray	6,36	25-55	422	5,58	2,32
La Bray aval et moyenne	Loir	Entre Vibraye et la confluence avec Le Loir	6,52	20-55	725	44,75	1,35
La Cendrine	Loir	Affluent gauche du Loir	4,67	10-45	132	4,20	4,51
Le Boulon aval	Loir	Entre Le Boël et la confluence avec Le Loir	6,34	10-30	300	7,10	2,81
L'Erve moyenne 2	Sarthe	Entre Ballée et Auvers-le-Hamon	3,21	5 - 10	191	8,88	1,57
La Bienne amont et aval	Sarthe	Entre la source et L'Augoterie (amont), et entre Saint-Gilles et la confluence avec la Sarthe	4,00	5 - 25	154	13,54	4,13
La Gée aval	Sarthe	Entre Vallon-sur-Gée et la confluence avec La Sarthe	4,00	5 - 15	268	8,77	1,13
La Longueve aval	Sarthe	Entre Chaligné et la confluence avec La Sarthe	4,23	5 - 15	427	5,00	1,59
La Taude aval	Sarthe	Entre la Haute Porte et la confluence avec La Sarthe	6,15	10-30	164	4,88	2,04
Le Palais	Sarthe	Affluent droit de la Vègre	5,61	15-50	244	19,50	3,79
Le Sarthon moyen	Sarthe	Entre Saint-Denis-sur-Sarthon et La Noé	4,19	5 - 25	151	6,89	4,93
La Corbionne aval	Huisne	Entre La Haute Roche et la confluence avec L'Huisne	4,81	5 - 15	212	2,29	0,87
La Rougette	Huisne	Affluent droit de l'Huisne	3,44	5 - 15	138	4,78	4,18
La Villette aval	Huisne	Entre La Haute Fouillerie et la confluence avec L'Huisne	4,13	10 -65	175	7,78	3,85
La Mayenne aval 1	Mayenne	Entre la confluence L'Oudon avec La Mayenne et Clos de Sautre	4,05	5 - 15	275	9,00	0,45
La Mayenne moyenne 1	Mayenne	Entre la confluence la Varenne avec La Mayenne et La Blanchardière	5,73	5 - 20	251	4,15	0,24
Le Béron	Mayenne	Affluent gauche de La Mayenne	4,85	5 - 15	105	14,19	3,24
L'Araize amont	Oudon	Entre la source et Les Ourzaies	3,20	10- 30	169	9,24	2,48
La Verzée amont	Oudon	Entre la source et Armaillé	3,18	5 - 15	199	7,62	2,62

Tableau 7.37- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées herbagères.

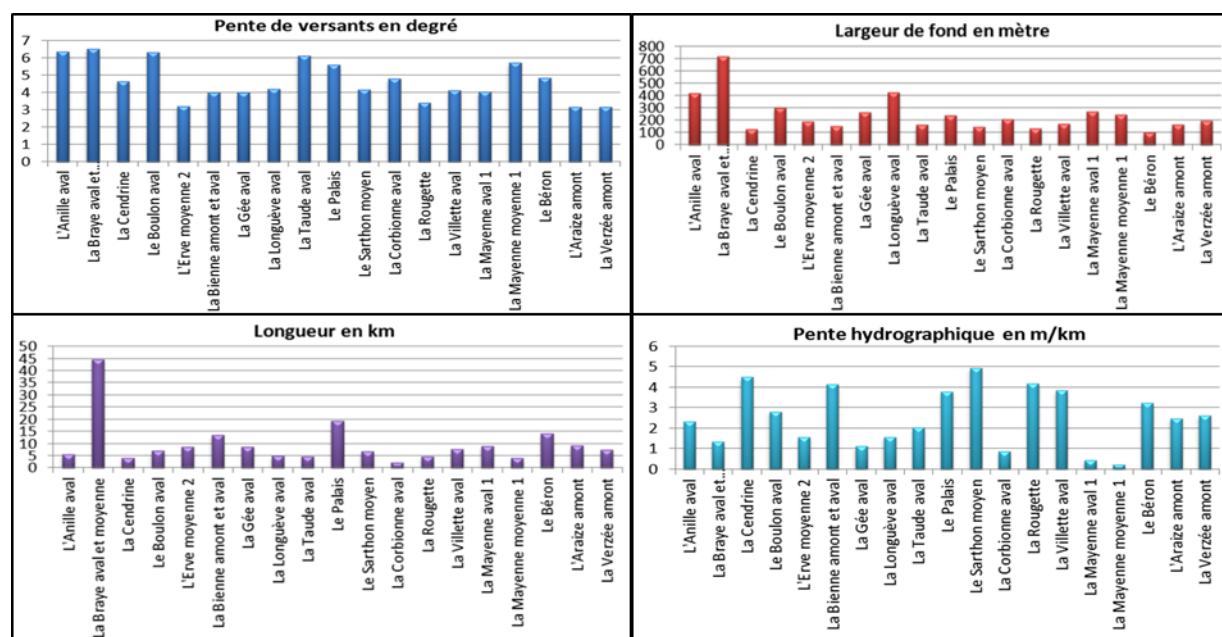


Figure 7.60- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées herbagères.

La figure 7.60 montre que la classe des vallées intermédiaires encaissées herbagères réunit des tronçons qui sont caractérisés par des versants peu inclinés (moins 5° dans l'ensemble des tronçons sauf dans l'Anille aval, la Brayre aval et moyenne, le Boulon aval, la Taude aval, le Palais et la Mayenne moyenne 1). Les longueurs de tronçons sont inférieures à 10 km (sauf la Brayre aval et moyenne, le Palais et le Béron). La Brayre et la Bienne se composent de deux tronçons. Ces vallées sont marquées par des profondeurs variables (entre 5 et 55 m). Les largeurs des fonds sont faibles (moins 300m) (sauf l'Anille aval, la Brayre aval et moyenne et la Longuève aval). Les pentes hydrographiques sont contrastées (de 0,2 à 5 m/km).

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Anille aval	0,76	1,75	46,38	49,86	49,47	45,07	2,42	3,26
La Brayre aval et moyenne	3,57	4,13	33,82	41,33	55,68	47,29	6,87	7,20
La Cendrine	1,14	3,20	47,50	52,91	42,17	38,52	9,18	5,37
Le Boulon aval	2,44	2,64	42,87	56,87	53,64	27,65	0,74	12,84
L'Erve moyenne 2	3,33	5,70	45,61	48,10	40,98	38,34	4,23	4,23
La Bienne amont et aval	2,67	1,66	44,65	51,69	45,89	35,52	4,63	9,02
La Gée aval	2,37	1,66	37,27	50,96	38,55	28,36	19,78	16,60
La Longuève aval	0,28	0,08	33,95	42,63	55,10	49,80	8,68	7,14
La Taude aval	2,72	2,32	36,92	37,66	33,59	36,99	21,32	20,00
Le Palais	1,10	1,40	21,38	26,48	47,19	42,31	28,17	28,67
Le Sarthon moyen	0,00	2,55	15,06	34,63	44,28	60,04	38,27	2,09
La Corbionne aval	0,00	2,78	3,37	20,49	94,93	74,74	1,70	1,99
La Rougette	0,96	3,20	47,64	69,82	45,94	25,95	4,69	1,03
La Villette aval	0,66	1,89	38,75	43,19	53,02	40,12	5,67	12,55
La Mayenne aval 1	4,49	3,78	9,48	41,67	20,31	33,85	11,01	7,40
La Mayenne moyenne 1	0,42	2,70	5,52	22,27	29,09	39,52	4,30	8,79
Le Béron	0,07	0,39	24,09	37,05	72,85	57,32	1,93	2,33
L'Araize amont	1,42	2,42	48,54	50,46	46,59	45,95	2,80	0,98
La Verzée amont	4,36	3,91	30,90	39,70	31,00	31,59	13,16	19,33

Tableau 7.38- Répartitions des types d'occupation du sol en fonction des tronçons herbagères.

Dans les fonds, les cultures qui occupent moins de 40% (sauf dans l'Anille aval, la Cendrine, le Boulon aval, l'Erve moyenne 2, la Bienne amont et aval, la Rougette et l'Araize amont) partagent l'espace avec les prairies permanentes présentes sur moins 50% de la surface (sauf dans la Brayre aval et moyenne, le Sarthon moyen, la Corbionne aval et le Béron). Les bois sont rares (moins de 10%) (sauf dans la Gée aval, la Taude aval, le Palais, le Sarthon moyen et la Verzée amont) (Photographie 7.12). Enfin, ces tronçons qui sont très peu urbanisés ne comprennent que des paysages ruraux.

Dans le bassin versant de l'Huisne, les vallées de la Corbionne aval, de la Villette aval et de la Rougette forment des vallées peu profondes (sauf la Villette aval), peu encaissées, étroites et la pente hydrographique forte (sauf la Corbionne aval 0,87 m/km). Les cultures et les prairies se partagent l'espace. Le réseau du bocage est discontinu à absent. Le fond de la Corbionne aval est largement dominé par les prairies, (95 %), tandis que sur les versants, les surfaces cultivées arrivent à 21 %. Les bois sont peu présents et concentrent partiellement sur les versants (Photographie 7.12). Ces vallées très rurales comprennent un habitat très dispersé implanté sur les versants. Selon l'atlas du Perche, ces paysages sont caractérisés par « des vallées encaissées et étroites, des horizons de crêtes partiellement boisés et de réseau de haies discontinu à dense » (Atlas du Perche, 200).





*Photographie 7.12- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires encaissées herbagères.*

Pour conclure, on peut dire les vallées intermédiaires encaissées herbagères ne forment pas de vallées remarquables. Ce sont des vallées encaissées, marquées par un mélange des cultures, des bois et une prédominance de prairies.



## 7.5. Les vallées intermédiaires « C »

Cent cinquante-quatre tronçons sont identifiés comme des vallées intermédiaires (soit 18,2 % des tronçons) (Tableau 7.39) (Figure 7.63). Ces tronçons sont marqués par des pentes des versants moyennes à faibles, un fond peu étendu et des pentes hydrographiques moyennes (Figure 7.61).



Figure 7.61- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires du BV de la Maine.

Bassin	Nombre	%
Loir	48	31,17
Sarthe (sans Huisne)	46	29,87
Huisne	14	9,09
Mayenne (sans Oudon)	26	16,88
Oudon	18	11,69
Maine aval	2	1,30
Total	154	18,2 % (des tronçons du BV de la Maine)

Tableau 7.39- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires par sous bassins versants de la Maine.

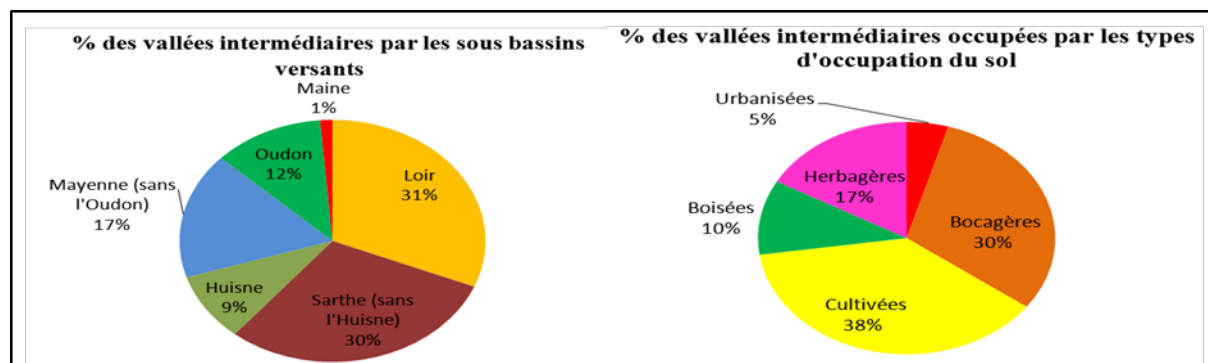


Figure 7.62- Contribution des types d'occupation du sol par les tronçons des vallées intermédiaires.

Dans les tronçons des vallées intermédiaires, les types de l'occupation du sol sont divers avec une large prédominance des surfaces cultivées (Tableau 7.40).

Type d'occupation du sol	Loir	Sarthe	Huisne	Mayenne	Oudon	Maine aval	Total
Urbanisées	0	3	1	1	0	1	6
Bocagères	4	15	4	17	8	0	48
Cultivées	36	12	2	3	4	1	58
Boisées	7	1	7	1	0	0	16
Herbagères	1	15	0	4	6	0	26
Total	48	46	14	26	18	2	154

Tableau 7.40- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires par les types d'occupation.

Les surfaces cultivées occupent une place importante (38 %) et des surfaces boisées peu présentes (10 %). Cinq sous types des vallées intermédiaires sont identifiés selon la distribution d'occupation du sol (urbanisés, bocagers, cultivés, boisés et herbagers).

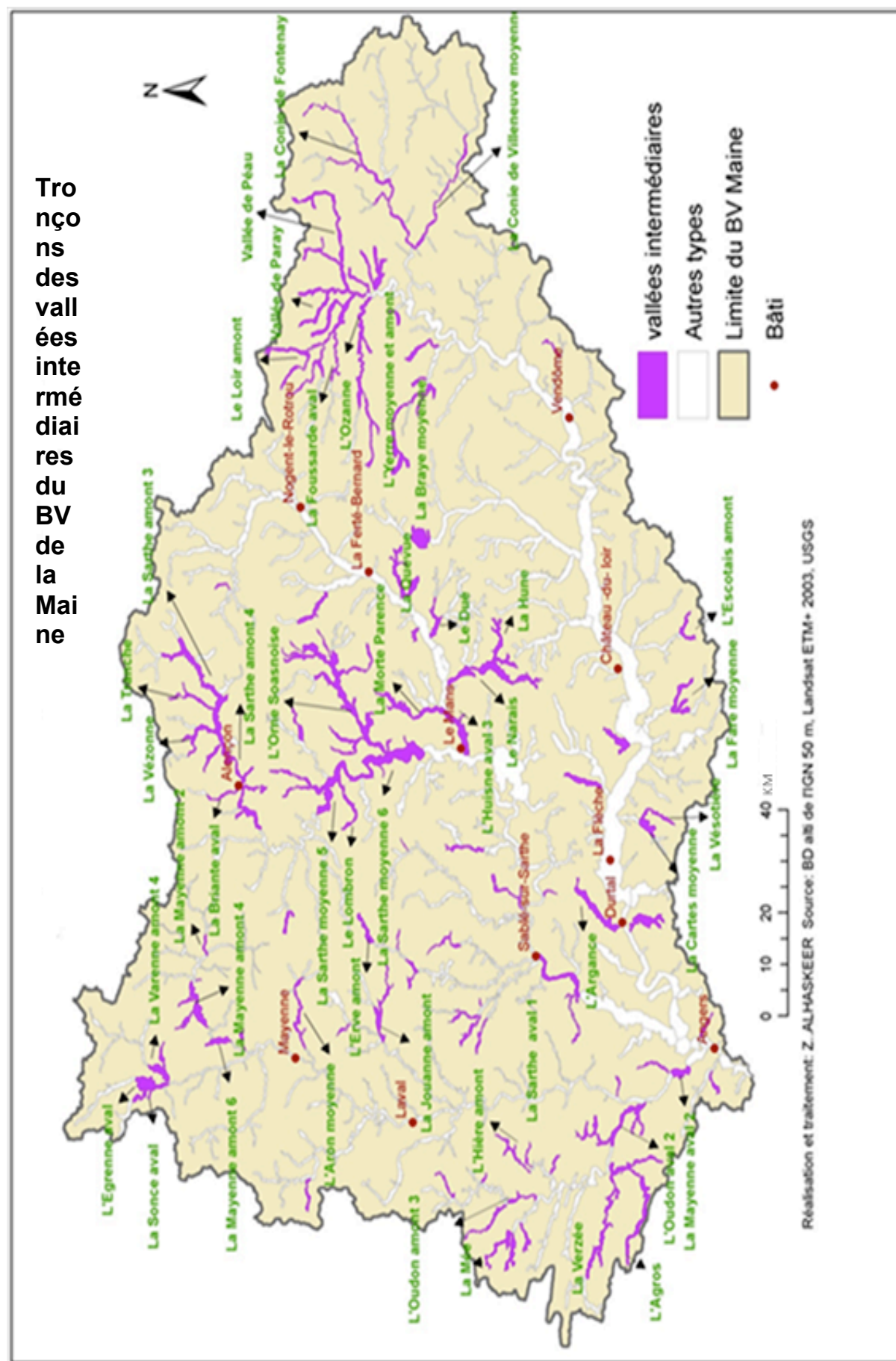


Figure 7.63- Position les vallées intermédiaires par rapport les vallées du BV de la Maine.

### 7.5.1. Les vallées intermédiaires urbaines «C1 »

Sept tronçons (1,28%) y sont rassemblés avec des versants en pente douce (moins de 3°) et un fond peu étendu (sauf l'Huisne aval) (moins de 300m). Elles sont majoritairement situées à proximité de l'agglomération du Mans (soit à l'est du Mans, partie aval de la Huisne et la vallée du Dué à Connerré), d'Alençon (soit autour d'Alençon, affluents de la Briante aval, le Sort et Ruisseau de Gesne) et d'Angers (à l'est d'Angers, affluent de la rive gauche de la Maine : Ruisseau de l'Epervière). Un seul tronçon échappe à cette situation : la partie amont de la vallée de la Jouanne entre Brée et Montsûrs. Ce tronçon au paysage bocager, présente des surfaces bâties importantes. (Tableaux 7.41 et 7.42).

**Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires urbanisées  
(7 tronçons, soit 1,28 % des vallées)**

C1.Vallées intermédiaires urbanisées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon en degré	1,50
Pente moyenne de versants en degré	1,98
Largeur moyenne du tronçon en mètre	910
Largeur moyenne du fond en mètre	324
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	35
Part de la surface occupée par le versant en %	65
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,13
Pente hydrographique en m/km	1,91

C1.Vallées intermédiaires urbanisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	20,99	18,09	24,26	16,24
% de bois	21,70	23,21	43,50	19,67
% de cultures	31,93	28,14	33,82	39,96
% de prairies	20,81	22,17	19,22	22,46
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	39,26			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	3			

Tableau 7.41- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires urbaines.

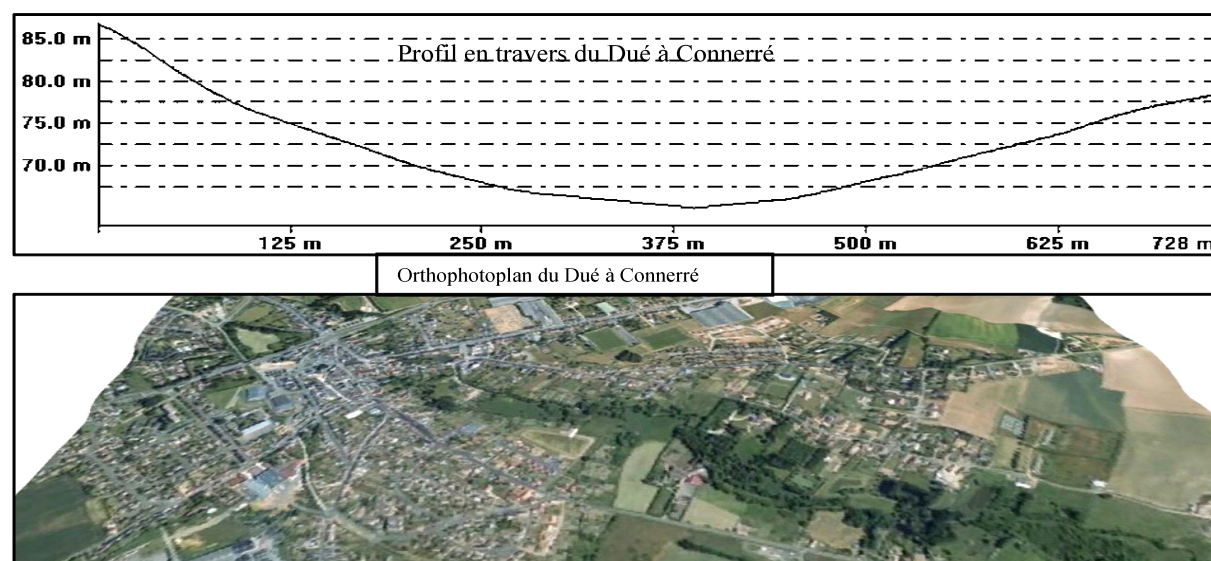


Figure 7.64- Exemple de Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires urbanisées (Le Dué).



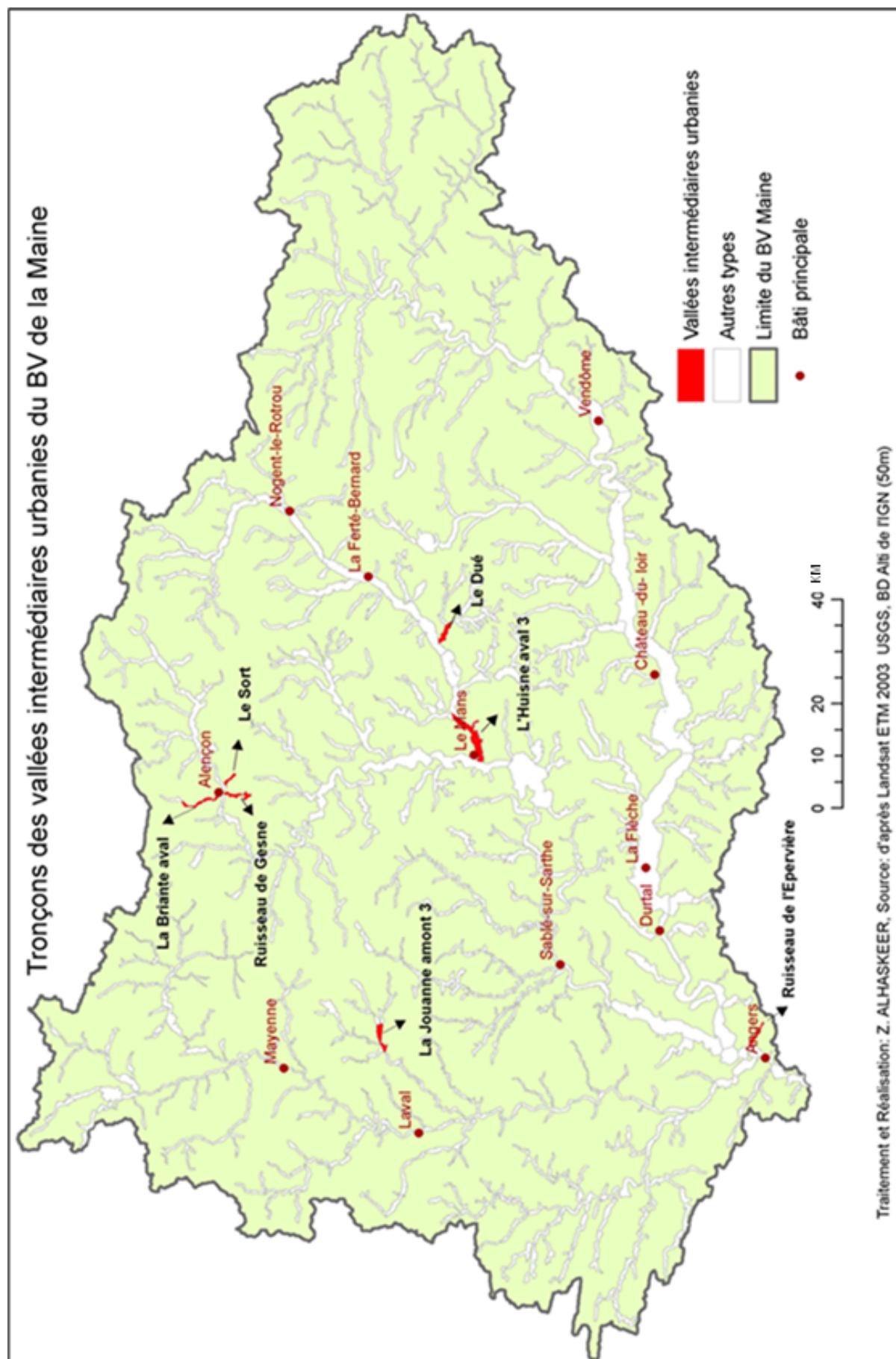


Figure 7.65- Localisation des vallées intermédiaires urbaines.





Figure 7.66- Schéma une vallée intermédiaire urbaine.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
L'Huisne aval 3	Loir	Entre La Morte Parence et Le Mans	2,09	3 -20	780	11,36	0,79
Le Dué	Loir	Affluent gauche de l'Huisne	2,64	3 -15	259	5,01	1,59
Ruisseau de l'Epervière	Maine	Affluent gauche de le Maine à Angers	2,23	3 -15	278	5,39	1,11
La Jouanne amont 3	Mayenne	Entre Brée et Montsûrs	2,69	3 -25	299	6,26	1,27
Ruisseau de Gesne	Sarthe	Affluent gauche de le Sarthe à Alençon	2,19	5 -15	250	5,44	2,75
La Briante aval	Sarthe	Entre Clerchenay et la confluence avec la Sarthe	1,69	3 -15	188	9,33	5,14
Le Sort	Sarthe	Affluent gauche de le Sarthe à Alençon	1,34	2 -5	212	2,84	0,70

Tableau 7.42- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires urbaines.

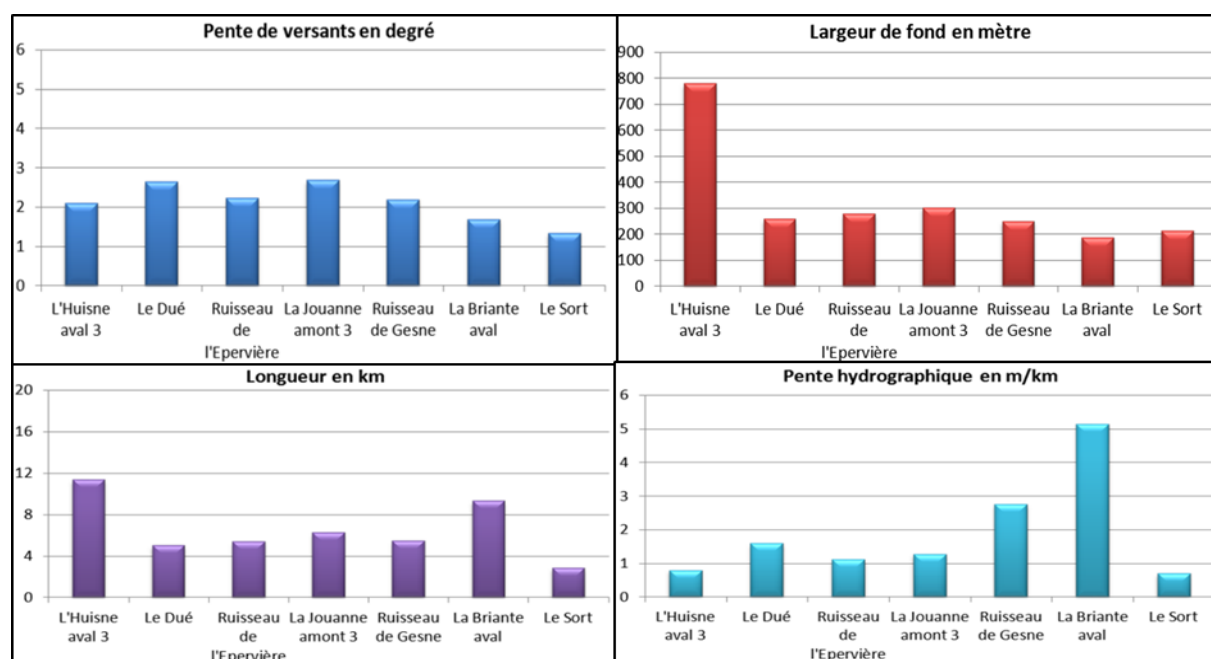


Figure 7.67- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires urbaines.

Les vallées intermédiaires urbaines présentent des taux d'emprise urbaine forts par rapport aux espaces qui les environnent. Le bâti occupe près d'un cinquième de la superficie des tronçons (sauf dans l'Huisne aval 3, ruisseau de l'Epervière et la Briante aval). Les parcelles cultivées y sont bien présentes puisqu'elles occupent jusqu'à 30 % de la surface des tronçons (sauf dans le Dué, ruisseau de l'Epervière et ruisseau de Gesne) ainsi que les prairies permanentes (20 % au maximum) (sauf dans le Dué, la Jouanne amont 3, ruisseau de Gesne et la Briante aval). Les bois moins de 20 % (sauf dans l'Huisne aval 3, la Briante aval et le Sort) et sont situés sur les parcelles les plus pentues. Généralement, le paysage présente une mosaïque complexe où s'imbriquent labours, prairies permanentes et surfaces boisées (Tableau 7.43).

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Huisne aval 3	29,42	53,53	21,45	17,75	10,58	3,42	26,90	22,01
Le Dué	18,53	19,43	24,82	51,26	35,51	19,12	15,14	8,90
Ruisseau de l'Epervière	28,19	21,43	45,98	51,50	16,00	15,90	4,08	8,88
La Jouanne amont 3	14,66	15,61	24,68	32,15	32,91	33,96	21,88	14,47
Ruisseau de Gesne	1,90	18,23	45,36	40,22	25,03	19,99	22,94	17,34
La Briante aval	28,95	18,33	18,92	22,94	23,89	28,14	23,98	25,90
Le Sort	4,96	23,25	15,78	20,89	11,25	14,00	47,57	40,17

Tableau 7.43- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires urbains.

La distribution du bâti entre le fond et les versants est inégale, car la pente des versants est faible et cela permet d'étaler l'habitat sur les versants.

A titre d'exemple, L'Huisne aval présente ce paysage fortement anthropisé (Atlas de la Sarthe, 2005). Ce tronçon est proche des échangeurs autoroutiers, en périphérie directe de l'agglomération mancelle qui concentrent le plus d'activités. La richesse des prairies et l'abondance de la ressource en eau ont favorisé en plus du bâti urbain, un bâti agricole bien représenté (fermes dispersées) (Atlas de la Sarthe, 2005) (Photographie 7.13).



Photographie 7.13- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires urbaines (exemple : Huisne aval).

### 7.5.2. Les vallées intermédiaires bocagères « C2 »

Elles présentent 8,57 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Figure 7.68). Ce sont de vallées moyennement larges avec un fond plat large en moyenne 386 m, encadré de versants en pente douce (inclinaison inférieure à 3°) qui occupent 48 % de la surface des tronçons (Tableau 7.44).

**Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires bocagères  
(47 tronçons, soit 8,57 % des vallées)**

<i>C2.Vallées intermédiaires bocagères</i>	
<i>Variables morphométriques</i>	
Pente moyenne du tronçon	1,65
Pente moyenne de versant	2,22
Largeur moyenne du tronçon en mètre	750
Largeur moyenne du fond en mètre	386
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	52
Part de la surface occupée par le versant en %	48
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,23
Pente hydrographique en m/km	2,03

<i>C2.Vallées intermédiaires bocagères</i>				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,82	2,50	3,15	2,59
% de bois	11,40	12,89	10,99	11,91
% de cultures	34,68	30,75	38,11	46,10
% de prairies	48,03	51,93	45,58	37,87
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	58,28			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	1			

*Tableau 7.44- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires bocagères.*

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des prairies (48 %) avec des haies de bocage denses assez continues. Les surfaces cultivées se partagent le reste de l'espace, (34%). Les boisements sont dispersés et occupent 11 %. Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat très dispersé ne présente 3 % de la superficie des tronçons. Ces tronçons présentent un contraste faible avec l'extérieur dans la mesure où leur occupation du sol diffère peu des espaces environnants.

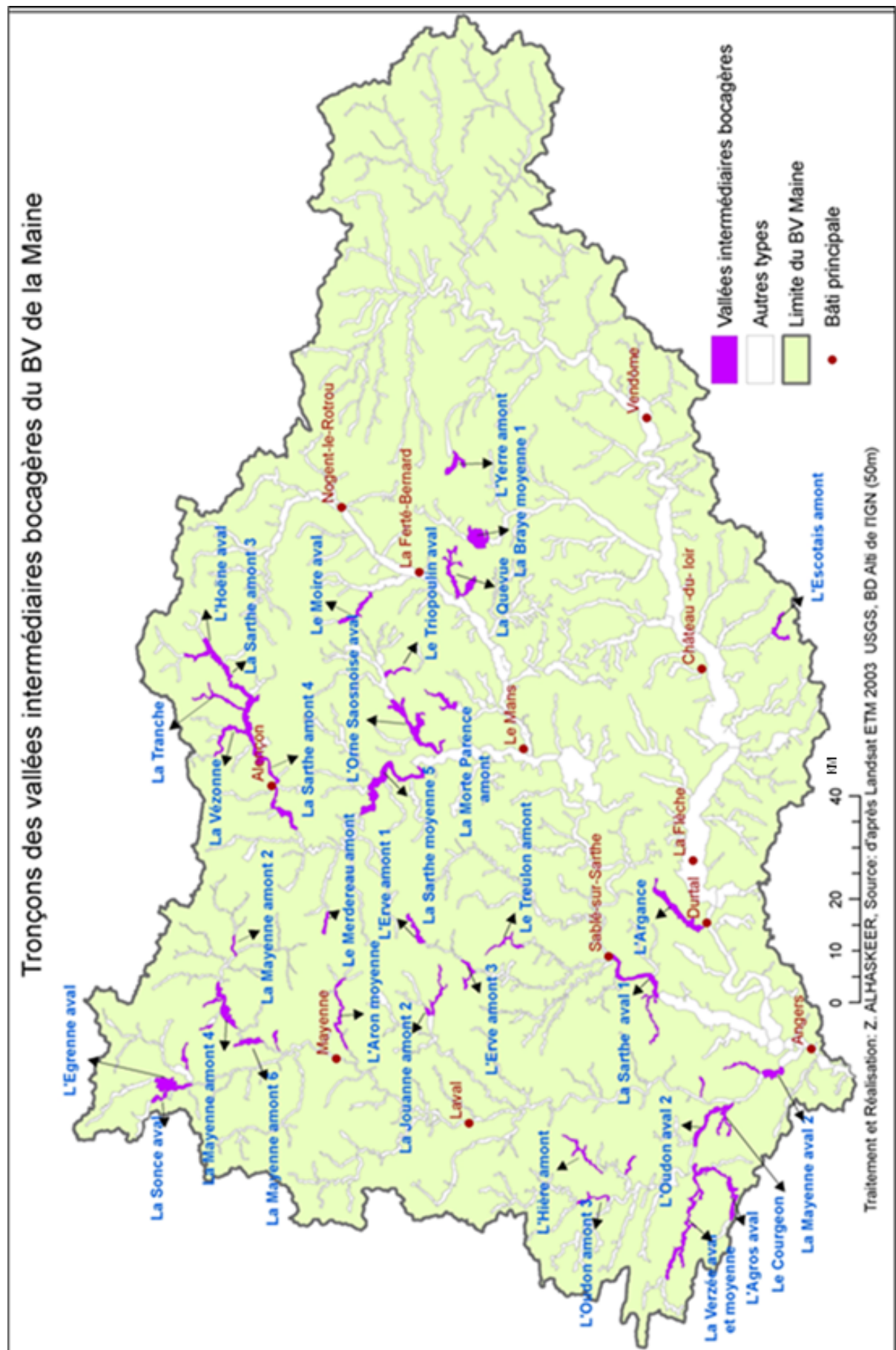


Figure 7.68- Localisation des vallées intermédiaires bocagères.



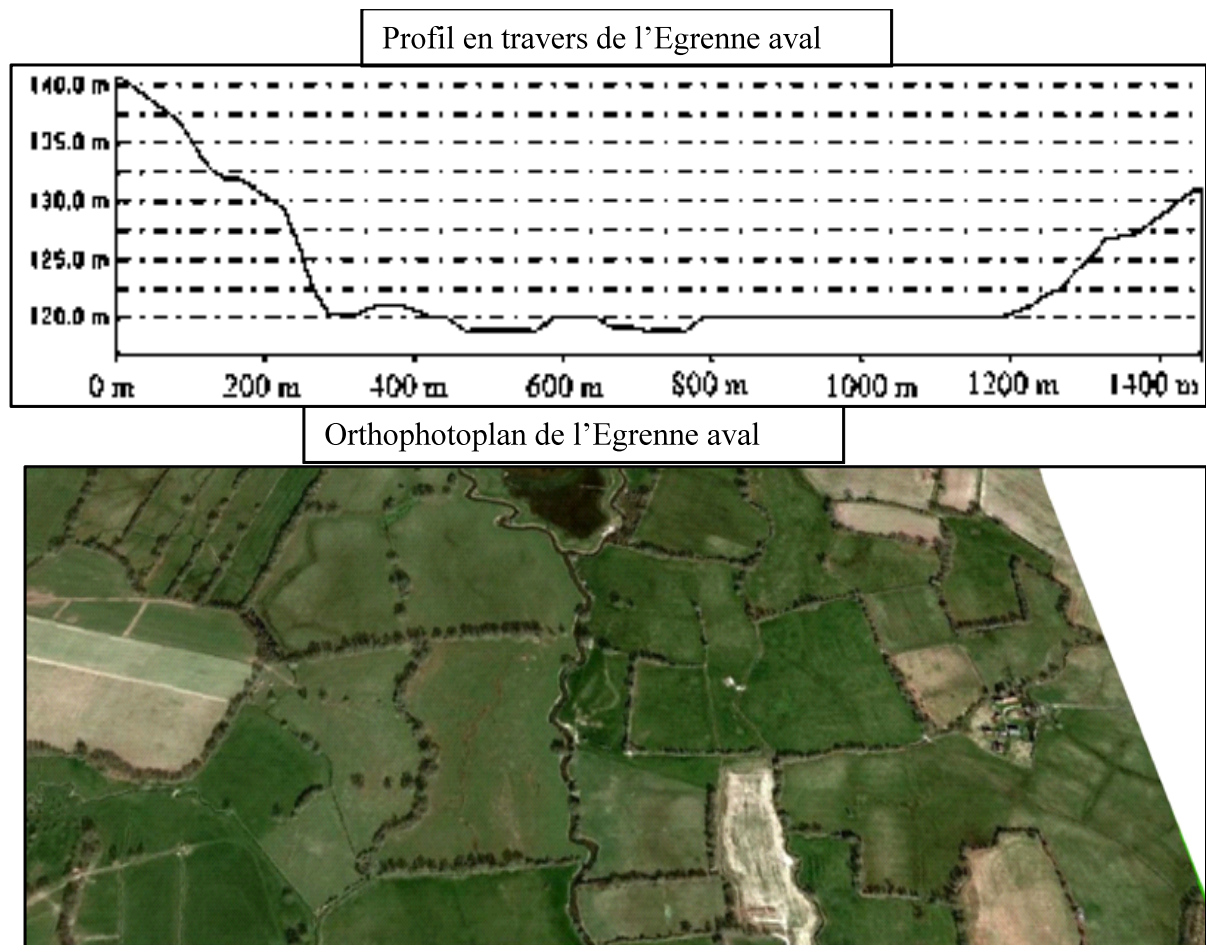


Figure 7.69- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires bocagères, exemple de l'Egrenne aval.

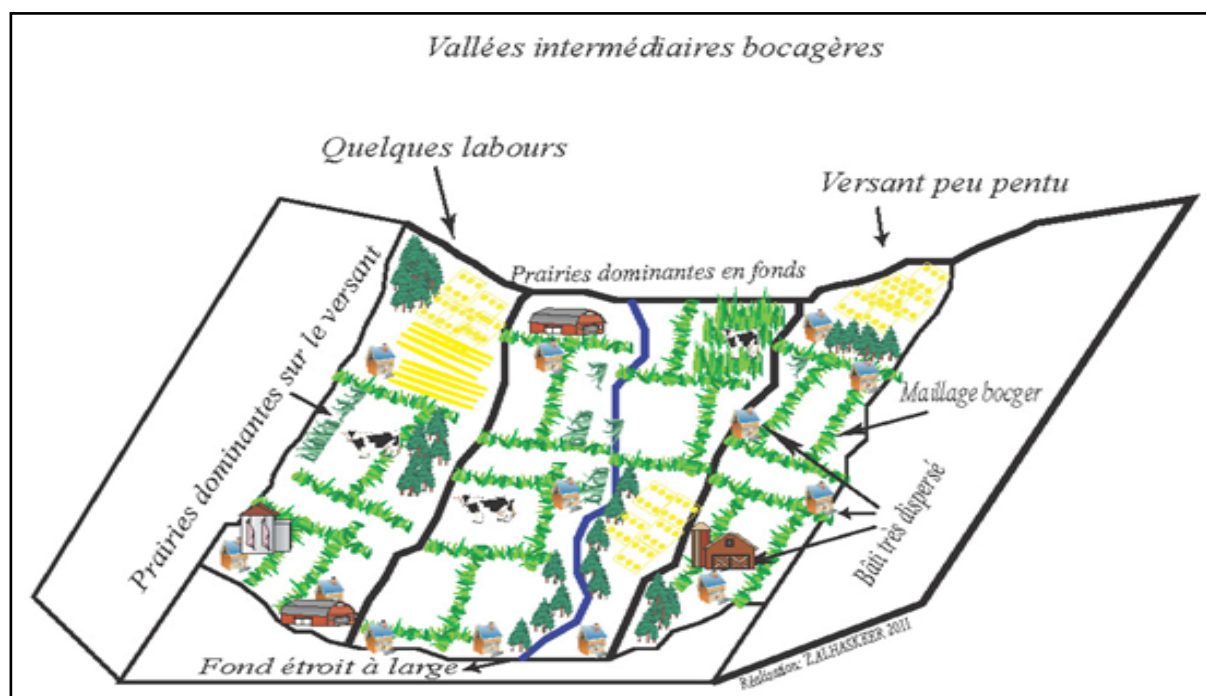


Figure 7.70- Schéma d'une vallée intermédiaire bocagère.



Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Morte Parence amont	Huisne	Entre la source et Les Epinays	1,98	3-15	498	7,54	2,12
La Quevue	Huisne	Affluent gauche de l'Huisne	2,84	5-20	312	7,84	1,91
Le Moire aval	Huisne	Entre la source et La Tassé	2,57	5-20	277	10,15	2,07
L'Argance	Loir	Affluent droite du Loir	1,85	5-15	502	15,96	1,82
L'Escotais amont	Loir	Entre la source et La Roche Racan	2,67	5-20	190	8,43	2,96
L'Yerre amont	Loir	Entre la source et Etang du Pont	2,79	5-20	145	5,88	0,68
La Braye moyenne 1	Loir	Entre Champrond et Vibraye	1,72	5-15	940	4,81	1,87
L'Aron moyenne	Mayenne	Entre La Fauvelière et Aron	2,46	5-20	247	18,01	2,11
L'Egrenne aval 1 et 2	Mayenne	Entre la Châtellier et la confluence avec la Varenne	2,69	3-15	1050	8,24	1,12
La Jouanne amont 2	Mayenne	Entre Neau et Brée	1,62	3-8	402	2,23	0,45
La Mayenne amont 2	Mayenne	Entre Couptrain et La Vannerie	2,93	3-15	150	4,84	6,20
La Mayenne amont 4	Mayenne	Entre Chantepie et Remieu	2,62	5-15	535	11,89	0,67
La Mayenne amont 6	Mayenne	Entre Le Clos et le Grand Coudrai	2,60	3-10	500	5,01	0,60
La Mayenne aval 2	Mayenne	Entre Clos de Sautre et Montreuil-Juigné	2,41	5-15	499	5,60	0,16
La Sonce aval	Mayenne	Entre La Guerdaïs et la confluence avec l'Egrenne	2,53	3-10	325	4,35	6,67
L'Agros aval	Oudon	Entre Loire et confluence avec l'Oudon	1,19	3-8	260	16,76	0,90
L'Hière amont	Oudon	Entre la source et La Bouguelière	2,78	5-15	140	12,15	2,39
L'Oudon amont 3	Oudon	Entre Livré-la-Touche et La Fromentinière	2,43	3-10	190	8,56	0,93
L'Oudon aval 2	Oudon	Entre La Chapelle-sur-Oudon et Le Lion-d'Angers	2,94	5-20	499	14,04	0,07
La Verzée moyenne et aval	Oudon	Entre Armaillé et la confluence avec l'Oudon	2,32	5-15	287	27,97	1,10
Le Courgeon	Oudon	Affluent droite de l'Oudon	1,71	3-10	135	5,44	3,31
L'Erve amont 1	Sarthe	Entre la source et St-Georges sur Evre	2,36	5-20	262	6,23	1,77
L'Erve amont 3	Sarthe	Entre Sainte-Suzanne et Chammes	2,99	5-20	300	3,71	6,21
L'Hoëne aval	Sarthe	Entre Bazoches-sur- Hoëne et confluence avec la Sarthe	2,14	5-15	155	2,80	2,14
L'Orne Saosnoise aval	Sarthe	Entre Ponthouin et la confluence avec la Sarthe	0,75	3-5	705	16,31	0,61
La Sarthe aval 1	Sarthe	Entre Sablé-sur-Sarthe et Le Gravier	2,79	3-15	685	15,57	0,26
La Sarthe amont 3 et 4	Sarthe	Entre Le Chêne et Saint-Céneri-le-Gérei	1,78	3-10	589	56,26	0,91
La Sarthe moyenne 5	Sarthe	Entre Fresnay-sur-Sarthe et Saint-Marceau	2,84	3-20	753	24,53	0,65
La Tranche	Sarthe	Affluent droite de la Sarthe	1,71	5-10	299	12,25	1,63
La Vézonne	Sarthe	Affluent droite de la Sarthe	1,45	3-10	390	12,33	0,97
Le Merdereau amont	Sarthe	Entre la source et Averton	2,91	5-20	105	4,23	2,13
Le Treulon amont	Sarthe	Entre la source et Viré-en-Champagne	2,84	5-20	200	10,84	3,23
Le Triopoulain aval	Sarthe	Entre La Forgé et la confluence avec L'Orne Saosnoise	1,22	5-10	212	6,50	2,15

Tableau 7.45- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires bocagères.

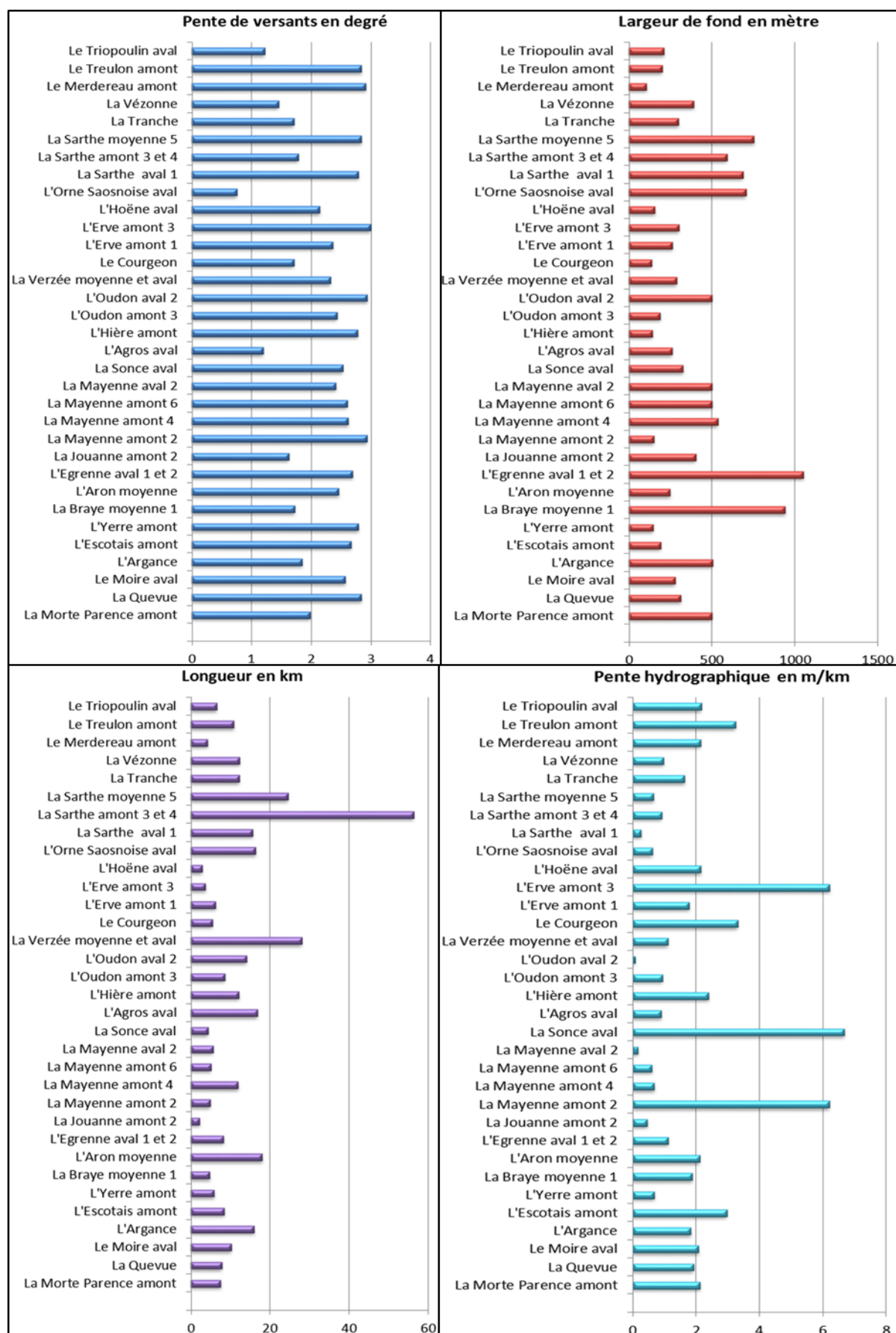


Figure 7.71- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires bocagères.

La figure 7.71 montre que la classe des vallées intermédiaires bocagères rassemble des tronçons qui se caractérisent par des versants en pente douce parfois très faible comme dans la vallée de l'Orne Saosnoise aval. Elles sont marquées par des profondeurs comprises entre 3 et 20 m. Les largeurs des fonds des vallées sont de moins de 500 m (sauf dans l'Argance, la Brayenne moyenne 1, l'Egrette aval 1 et 2, la Mayenne amont 4 et 6, l'Orne Saosnoise aval, la Sarthe aval 1 et la Sarthe amont 3 et 4). Les longueurs de tronçons sont de l'ordre de 20 km (sauf les tronçons des vallées de la Sarthe amont 4 et de la Sarthe moyenne). Les tronçons intermédiaires bocagers sont marqués par des pentes hydrographiques faibles (moins de 2 m/km), mais les exceptions sont assez nombreuses (Morte Parence amont, le Moire aval, l'Escotais amont, l'Aron moyenne, la Mayenne amont 2, la Sonce aval, l'Hière amont, le Courgeon, l'Erve amont 3, l'Hoëne aval, le Merdereau amont, le Treulon amont et le Trioupoulin).

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Morte Parence amont	0,52	0,32	26,37	41,20	47,34	34,06	25,35	24,21
La Quevive	7,35	2,31	21,02	27,90	63,00	53,00	8,09	16,70
Le Moire aval	2,00	8,28	16,97	39,56	58,88	31,87	20,99	18,60
L'Argance	2,75	2,61	40,51	47,68	29,97	27,91	25,36	20,74
L'Escotais amont	4,70	6,74	22,79	32,83	65,90	40,24	6,49	18,69
L'Yerre amont	1,33	0,14	32,47	44,23	59,03	38,42	7,17	17,17
La Brayenne moyenne 1	2,97	2,65	28,23	52,79	67,08	41,33	1,72	3,23
L'Aron moyenne	2,49	3,24	26,97	42,40	50,78	38,43	15,42	14,24
L'Egrette aval 1 et 2	1,37	1,16	54,97	56,63	38,50	38,20	1,63	2,16
La Jouanne amont 2	1,66	2,32	24,46	21,85	55,27	61,21	16,68	12,44
La Mayenne amont 2	0,16	2,53	13,41	32,21	71,06	56,82	12,54	5,65
La Mayenne amont 4	1,61	3,81	46,63	47,18	31,27	29,75	16,71	16,34
La Mayenne amont 6	0,71	0,06	27,33	18,73	51,66	46,91	15,82	30,31
La Mayenne aval 2	4,68	6,86	27,21	50,53	47,48	23,05	0,96	7,71
La Sonce aval	0,93	1,14	45,35	55,06	29,95	30,68	20,07	9,47
L'Agros aval	7,30	3,11	36,78	43,16	50,64	46,88	4,90	6,06
L'Hière amont	0,75	1,22	46,43	46,43	51,51	51,58	0,27	0,54
L'Oudon amont 3	9,96	10,62	46,92	43,99	35,45	42,86	6,60	2,25
L'Oudon aval 2	9,23	10,19	32,55	39,24	34,60	38,35	2,72	6,50
La Verzée moyenne et aval	4,31	5,41	40,93	42,94	48,33	47,99	3,63	2,52
Le Courgeon	4,78	9,16	41,84	34,94	48,09	52,36	2,81	3,12
L'Erve amont 1	2,07	0,61	17,22	32,01	70,76	59,89	8,15	7,23
L'Erve amont 3	6,97	2,55	20,95	26,71	63,28	59,69	7,27	8,84
L'Hoëne aval	0,32	2,27	11,46	29,82	82,13	53,33	5,17	12,99
L'Orne Saosnoise aval	2,00	1,61	29,05	39,52	50,99	43,71	14,30	13,37
La Sarthe aval 1	1,80	2,99	29,16	41,65	39,76	32,19	5,97	14,51
La Sarthe amont 3 et 4	1,69	5,61	10,77	20,84	63,03	53,26	16,63	17,26
La Sarthe moyenne 5	2,46	4,54	42,18	46,54	37,68	33,06	10,22	10,87
La Tranche	0,35	1,41	26,05	30,36	55,73	53,07	16,04	14,18
La Véronne	0,24	2,94	19,11	24,25	56,44	48,24	22,38	23,25
Le Merdereau amont	0,16	0,41	35,93	50,18	54,10	45,71	9,81	3,40
Le Treulon amont	3,42	4,96	30,21	32,78	48,80	50,32	15,81	11,08
Le Trioupoulin aval	0,69	0,10	25,55	23,73	47,87	53,51	23,54	19,99

Tableau 7.46- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires bocagers.

Les fonds de vallées sont occupés par des prairies permanentes. Elles occupent 71 % du fond des vallées de la Mayenne amont 2 et de l'Erve amont 1, et 60-65 % de celui de la Sarthe amont 3 et 4 (Tableau 7.46). Les versants sont recouverts de prairies (jusqu'à 61 % sur la

Jouanne amont 2 et 59 % sur la L'Erve amont 1 et 2). Celles-ci sont encloses de haies qui forment un maillage de bocage. Ce réseau est dense dans la vallée de la Mayenne amont 6 où 30 % des versants sont boisés. Les parcelles moins pentues sont cultivées, en particulier dans la vallée de la Braye moyenne 1 (inférieures à 2°). L'habitat, qui occupe en moyenne 3 % de surface des tronçons, est très dispersé.

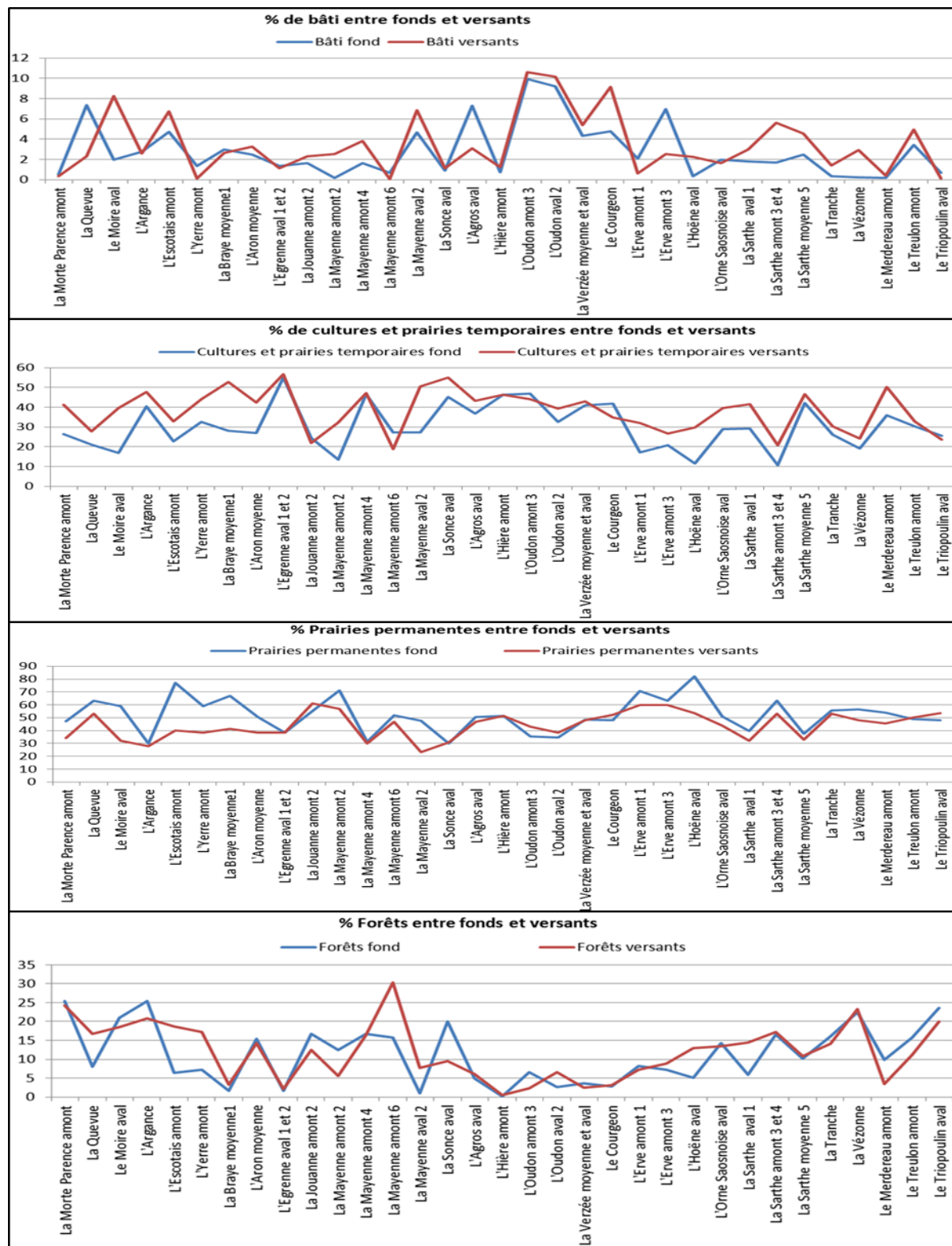


Figure 7.72- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées intermédiaires bocagères.

La figure 7.72 montre que les tronçons intermédiaires sont ruraux, sauf dans l'Oudon amont 3 et l'Oudon aval 2 où ils sont urbanisés.

Le résultat de la classification des vallées intermédiaires bocagères a permis de grouper des tronçons aux caractéristiques d'occupation du sol proches ; ils sont marqués par des paysages mixtes et complexes avec une prédominance des prairies, mais aussi avec les cultures et des bois. Les surfaces cultivées présentent moins 40 % (sauf dans l'Argance, l'Egrenne aval 1 et 2, la Mayenne amont 4, la Sonce aval, l'Hière amont, l'Oudon amont 3, la Verzée moyenne et aval, la Sarthe moyenne 5 et le Merdereau amont). Les prairies permanentes occupent moins de 60 % (sauf dans la Mayenne amont 2, l'Erve amont 1 et 3 et l'Hoëne aval). Les bois présentent moins de 20% (sauf dans la Morte Parence amont, l'Argance, la Mayenne amont 6, la Vézonne et le Triopoulin aval).

Afin de bien montrer les caractéristiques des vallées intermédiaires bocagères, on a choisi quelques exemples qui permettent de décrire les caractéristiques morphométriques et la distribution des classes d'occupation du sol, et ainsi que de comparer ces vallées avec les unités paysagères d'atlas des paysages pour valider notre typologie. Les exemples choisis, analysés sur le terrain, sont également ceux traités par l'atlas des paysages.

Les vallées de la Mayenne amont 2 (entre Couptrain et La Vannerie), de l'Erve amont (entre la source et Chammes) et du Merdereau amont (Entre la source et Averton) sont caractérisées par des fonds étroits (moins de 300 m) et des versants doux (moins de 3°). Elles sont marquées par des fonds généralement ouverts comprenant des prairies (plus de 60%) parfois humides ; les versants sont bocagers et les sommets boisés (atlas des paysages de la Mayenne, 1999). (Photographie 7.14). Mais les cultures ne sont pas absentes des paysages. Elles occupent 28 % de la superficie de ces tronçons (Photographie 7.14). Le bâti est dispersé et présente 2%.



Photographie 7.14- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires bocagères, exemples la Mayenne amont2, l'Erve amont.



La Sarthe amont, entre Le Chêne et Saint-Céneri-le-Gérei, forme une vallée avec un fond plat et large (600 m) aux versants doux. Les prairies occupent 58 % de la surface des tronçons (Photographie 7.15). « Les ambiances bocagères sont moins solennelles et le bocage encore dense. Les terres argileuses, lourdes et humides, ne permettent pas le développement d'une agriculture florissante » (atlas des paysages de la Sarthe, 2005). Les cultures présentent 16 % (Photographie 7.15). « Les élevages se développent dans un contexte de prairies bocagères très lisible. Les ripisylves forment des alignements arborés et/ou arbustifs qui complètent la maille bocagère ». L'habitat est concentré sur les versants que dans les fonds et les fermes sont isolées. Cette vallée correspond avec l'unité paysagère de «Bocage et Forêt de Perseigne» dans l'atlas des paysages de la Sarthe, 2005.



*Photographie 7.15- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires bocagères, exemple la Sarthe amont.*

Pour conclure, les vallées intermédiaires bocagères sont dominantes dans le bassin de la Sarthe et de la Mayenne. Elles ne forment pas des paysages remarquables par rapport aux zones qui les englobent mais présentent des paysages ruraux et ordinaires, où les prairies d'élevage et les cultures se partagent l'essentiel de l'espace.

### 7.5.3. Les vallées intermédiaires cultivées « C3 »

Les «vallées intermédiaires cultivées» présentent 10,58 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Figure 7.74). Ce sont de vallées moyennement larges avec fond plat et étroit à large (de 109 à 1245 m) encadrées de versants en pente douce (moins de 3°) qui occupent 53 % de surface des tronçons en moyenne (Tableau 7.47).

**Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires cultivées  
(58 tronçons, soit 10,58 % des vallées)**

C3.Vallées intermédiaires cultivées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,48
Pente moyenne de versant	1,86
Largeur moyenne du tronçon en mètre	660
Largeur moyenne du fond en mètre	312
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	47
Part de la surface occupée par le versant en %	53
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,18
Pente hydrographique en m/km	2,69

C3.Vallées intermédiaires cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,50	2,32	2,62	1,63
% de bois	10,72	11,18	10,99	10,21
% de cultures	66,98	65,25	68,37	78,35
% de prairies	18,24	19,01	17,74	12,90
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	21,55			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.47- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires cultivées.

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des cultures (67 %) avec un paysage d'openfield. Les prairies sont minoritaires, (en moyenne 18 % de surface des tronçons). Les boisements sont groupés et occupent 11 %. Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat est très groupé et qui présente 3 % de la superficie des tronçons. Le contraste est minimal avec l'extérieur dans la mesure où leur occupation du sol diffère peu des espaces environnants (Tableau 7.47). On constate que la plupart des tronçons cultivés sont situés dans le bassin du Loir et plus généralement dans la moitié occidentale du bassin.

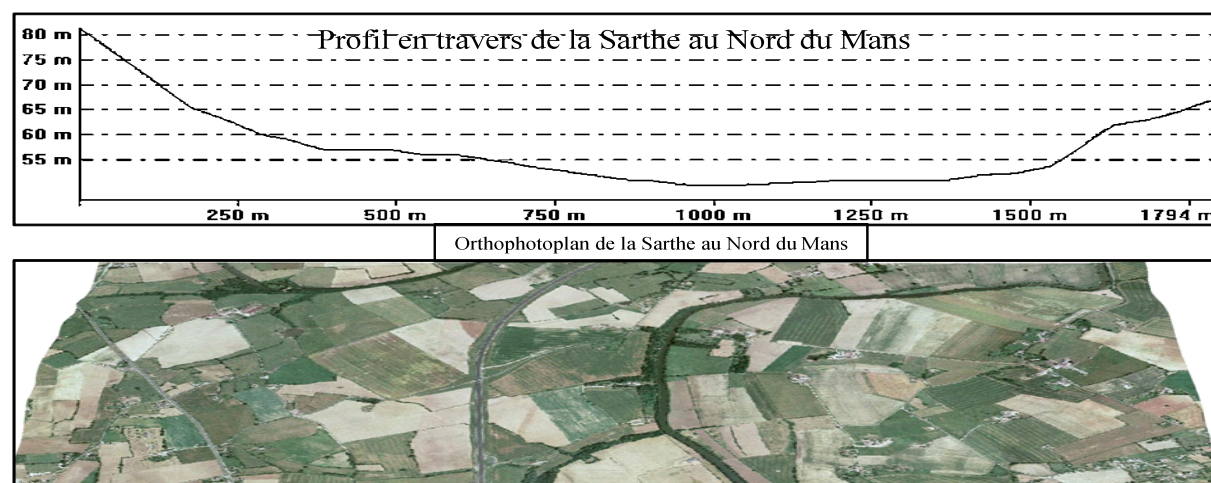


Figure 7.73- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires cultivées, exemple de la Sarthe au Nord du Mans.



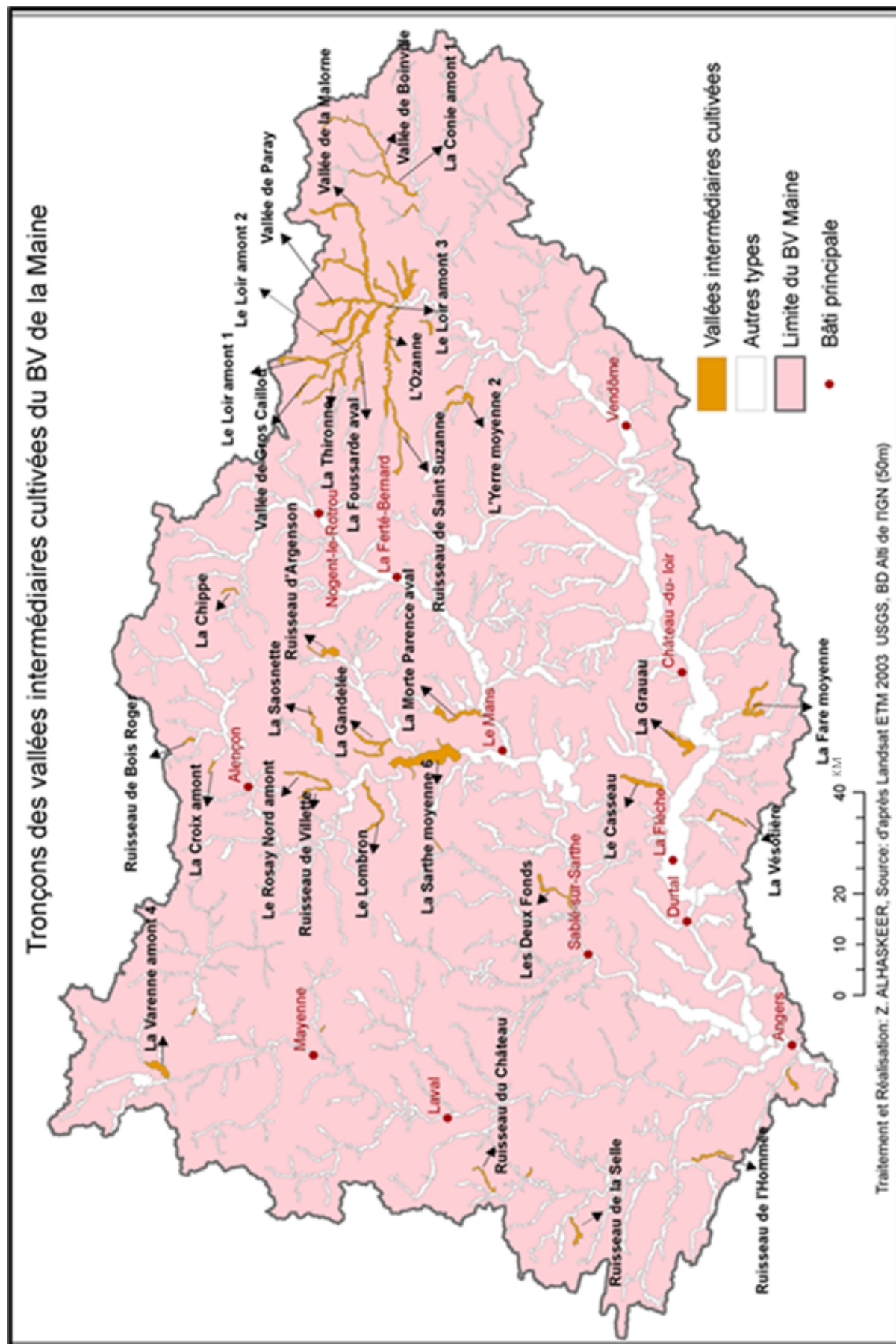


Figure 7.74- Localisation des vallées intermédiaires cultivées.

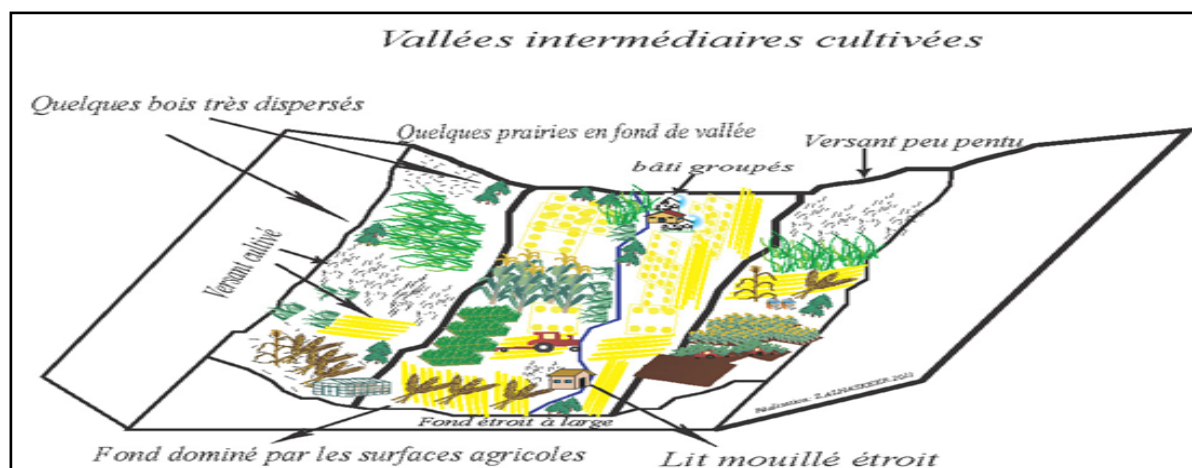


Figure 7.75- Schéma d'une vallée intermédiaire cultivée.

Le tableau 7.48 montre les caractéristiques morphométriques des tronçons des vallées principales intermédiaires cultivées. Les petits ruisseaux, qui forment les affluents du Loir amont et de la Conie, sont exclus de ce tableau. Leurs caractéristiques sont communes avec des versants faibles et fonds étroits.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Chippe	Huisne	Affluent gauche de l'Huisne	2,67	3-10	109	4,29	3,27
La Morte Parence aval	Huisne	Affluent droit de l'Huisne	1,31	3-10	533	11,97	0,75
L'Ozanne moyenne et aval	Loir	Entre nord de Brou et la confluence avec Le Loir	1,31	3-10	208	26,71	2,02
L'Yerre moyenne 2	Loir	Entre Arrou et Courtalain	2,68	2-10	220	7,45	2,42
La Conie amont 1	Loir	Entre Mérouvilliers et Fontenay-sur-Conie	2,70	2-10	110	15,80	1,01
La Fare moyenne	Loir	Entre Vaujours et Les Giraudières	2,78	5-15	237	4,73	1,27
La Foussarde aval	Loir	Entre Le But et la confluence avec Le Loir	1,75	2-10	185	11,08	3,07
La Grauu	Loir	Affluent droit du Loir	2,42	5-15	280	5,67	3,17
La Thironne moyenne et aval	Loir	Entre Méréglise et la confluence avec Le Loir	2,12	2-10	190	7,08	2,98
La Vésotière	Loir	Affluent droit de la Cartes	3,00	3-15	185	9,21	2,06
Le Casseau	Loir	Affluent droit de l'Aune	2,65	3-15	290	8,43	2,25
Le Loir amont 1	Loir	Entre la source et Illiers-Combray	1,31	2-8	241	10,09	2,67
Le Loir amont 2	Loir	Entre Illiers-Combray et Alluyes	1,17	2-5	310	17,51	1,54
Le Loir amont 3	Loir	Entre Alluyes et Bonneval	1,32	2-5	325	2,71	1,84
La Varenne amont 4	Mayenne	Entre et Domfront et la confluence avec l'Egrenne	1,92	3-15	984	6,94	0,86
La Croix amont	Sarthe	Entre La Bénarderie et la confluence avec la Sarthe	1,24	2-5	175	2,53	4,75
La Gandelée	Sarthe	Affluent droit de l'Orne Saosnoise	0,70	2-5	210	9,49	1,05
La Saosnette	Sarthe	Affluent gauche de la Bienne	2,17	2-10	250	8,35	2,87
La Sarthe moyenne 6	Sarthe	Entre Saint-Marceau et Saint-Pavace	2,56	3-20	1245	16,23	0,62
Le Lombron	Sarthe	Affluent droit de la Sarthe	2,90	5-25	234	12,79	4,77
Le Rosay Nord amont	Sarthe	Entre la source et Saint-Germain-sur-Sarthe	2,51	5-15	190	10,12	4,84
Les Deux Fonds	Sarthe	Affluent droit de la Sarthe à Sablé-sur-Sarthe	2,82	5-15	165	11,43	2,19

Tableau 7.48- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires cultivées.

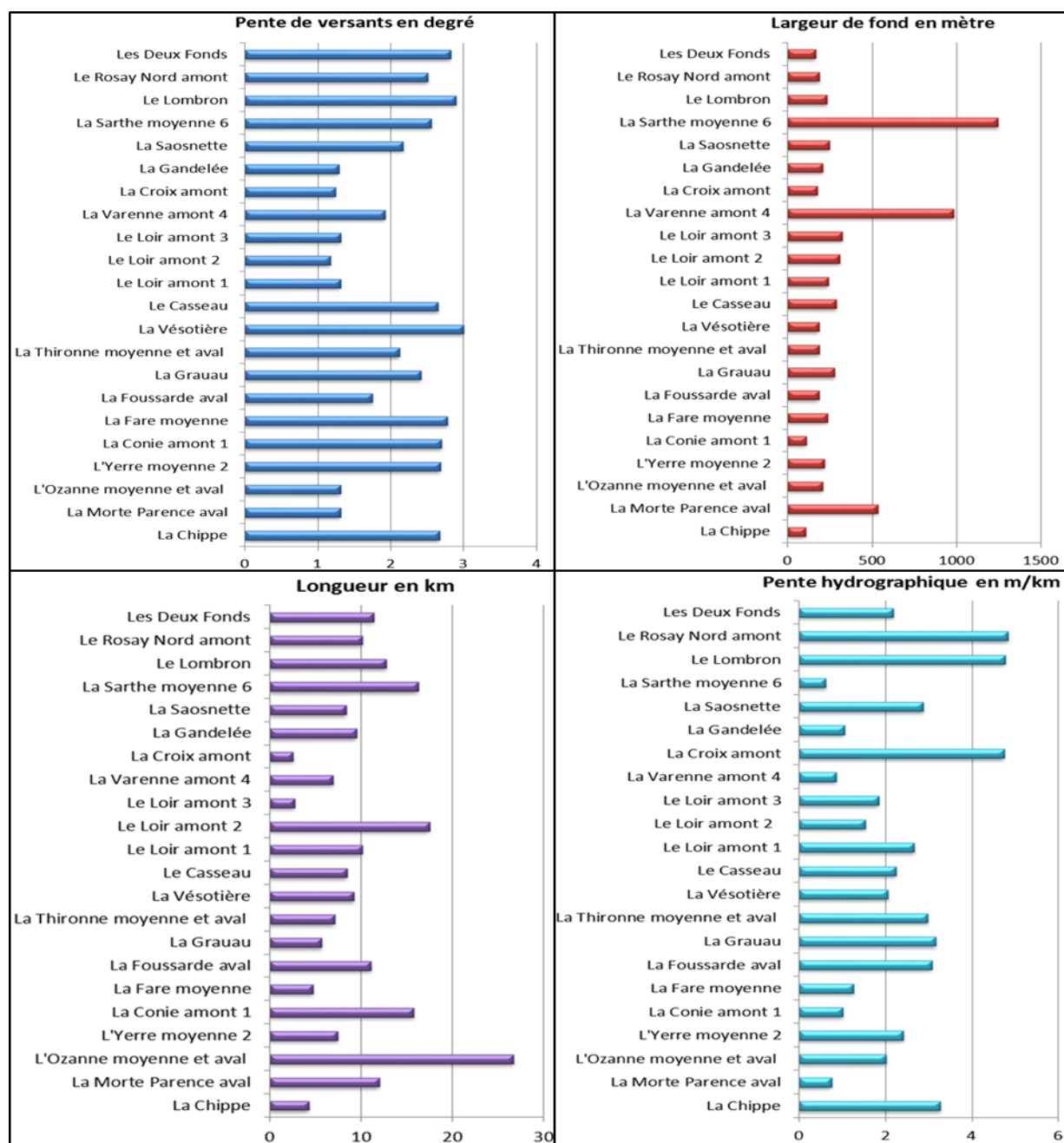


Figure 7.76- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires cultivées.

La figure 7.76 montre que la classe des vallées intermédiaires cultivées rassemble des tronçons qui se caractérisent par des versants en pente douce (moins de 3° dans l'ensemble des tronçons), des profondeurs moyennes (entre 2 et 25 m), des fonds larges de moins de 300 m (sauf dans la Morte Parence aval, le Loir amont 1 et 2, la Varenne amont 4 et la Sarthe moyenne 6). Les longueurs des tronçons sont généralement inférieures à 10 km (sauf dans la Morte Parence aval, l'Ozanne moyenne et aval, la Conie amont 1, la Foussarde aval, le Loir amont 2, la Sarthe moyenne 6, le Lombron, le Rosay Nord amont et les Deux Fonds). Les tronçons intermédiaires cultivés sont marqués par des pentes hydrographiques hétérogènes, faible (moins de 2 m/km) (sauf dans la Chippe, l'Ozanne moyenne et aval, l'Yerre moyenne 2, la Foussarde aval, la Grauu, la Thironne moyenne et aval, la Vésotière, le Casseau, le Loir amont 1, la Croix amont, la Saosnette, le Lombron, le Rosay Nord amont et les Deux Fonds).



Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Chippe	1,13	3,83	56,96	66,23	35,63	26,03	6,29	3,67
La Morte Parence aval	6,65	6,30	46,85	47,59	17,71	24,59	26,08	20,74
L'Ozanne moyenne et aval	2,73	4,61	58,72	66,55	24,78	22,93	8,00	5,91
L'Yerre moyenne 2	2,38	4,38	46,34	54,53	35,41	26,70	9,73	14,15
La Conie amont 1	2,24	2,32	70,21	70,32	6,29	6,71	21,26	20,65
La Fare moyenne	6,37	3,46	38,80	59,18	26,26	17,29	23,33	19,11
La Foussarde aval	0,33	0,87	54,79	58,34	19,75	17,39	25,13	23,40
La Grauu	2,28	3,06	53,46	66,10	15,13	7,63	28,05	21,10
La Thironne moyenne et aval	1,88	0,95	42,83	63,27	31,20	19,40	21,06	16,37
La Vésotière	0,85	3,12	43,63	54,97	19,16	14,32	30,63	25,79
Le Casseau	0,43	0,32	32,91	54,17	27,36	24,80	29,53	16,44
Le Loir amont 1	0,00	0,34	76,42	79,64	18,22	18,14	5,36	1,68
Le Loir amont 2	7,94	4,41	63,17	72,26	18,29	15,97	10,60	7,36
Le Loir amont 3	0,00	0,22	90,84	75,10	7,09	2,90	2,07	21,78
La Varenne amont 4	4,84	2,96	58,37	63,73	28,57	26,45	5,17	3,39
La Croix amont	2,44	10,46	81,46	67,25	13,21	21,39	1,78	0,57
La Gandelée	1,30	1,19	57,02	60,77	34,66	30,75	7,03	7,20
La Saosnette	0,33	0,36	41,70	79,17	16,40	8,22	34,81	10,49
La Sarthe moyenne 6	4,95	7,64	58,03	49,05	24,45	26,78	6,54	12,80
Le Lombron	2,77	2,51	61,18	54,87	27,60	31,17	7,95	10,88
Le Rosay Nord amont	2,95	3,80	44,70	71,41	28,10	20,43	22,68	3,60
Les Deux Fonds	2,20	2,96	59,33	62,21	21,53	26,54	14,55	6,75

Tableau 7.49- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires cultivés.

Les fonds de vallées sont occupés par des cultures. Elles occupent 90 % du fond des vallées du Loir amont 3, et 70 % de celui de la Conie amont 1. (Tableau 7.49). Les versants sont recouverts de cultures (jusqu'à 79 % sur le Loir amont 1 et 70 % sur la Conie amont 1). Les prairies sont moins présentes et occupent 31 % dans la vallée de l'Yerre moyenne 2 et 31 % dans la vallée de la Thironne. Les boisements sont également présents mais ils ne sont pas homogènes, (2 % dans la vallée de la Croix amont et jusqu'à 28 % dans la vallée de la Vésotière). L'habitat, qui occupe en moyenne 2,5 % de surface des tronçons, est très groupé.

La figure 7.77 montre que les tronçons intermédiaires cultivés sont ruraux, avec une prédominance des cultures, mais aussi des prairies et des bois.

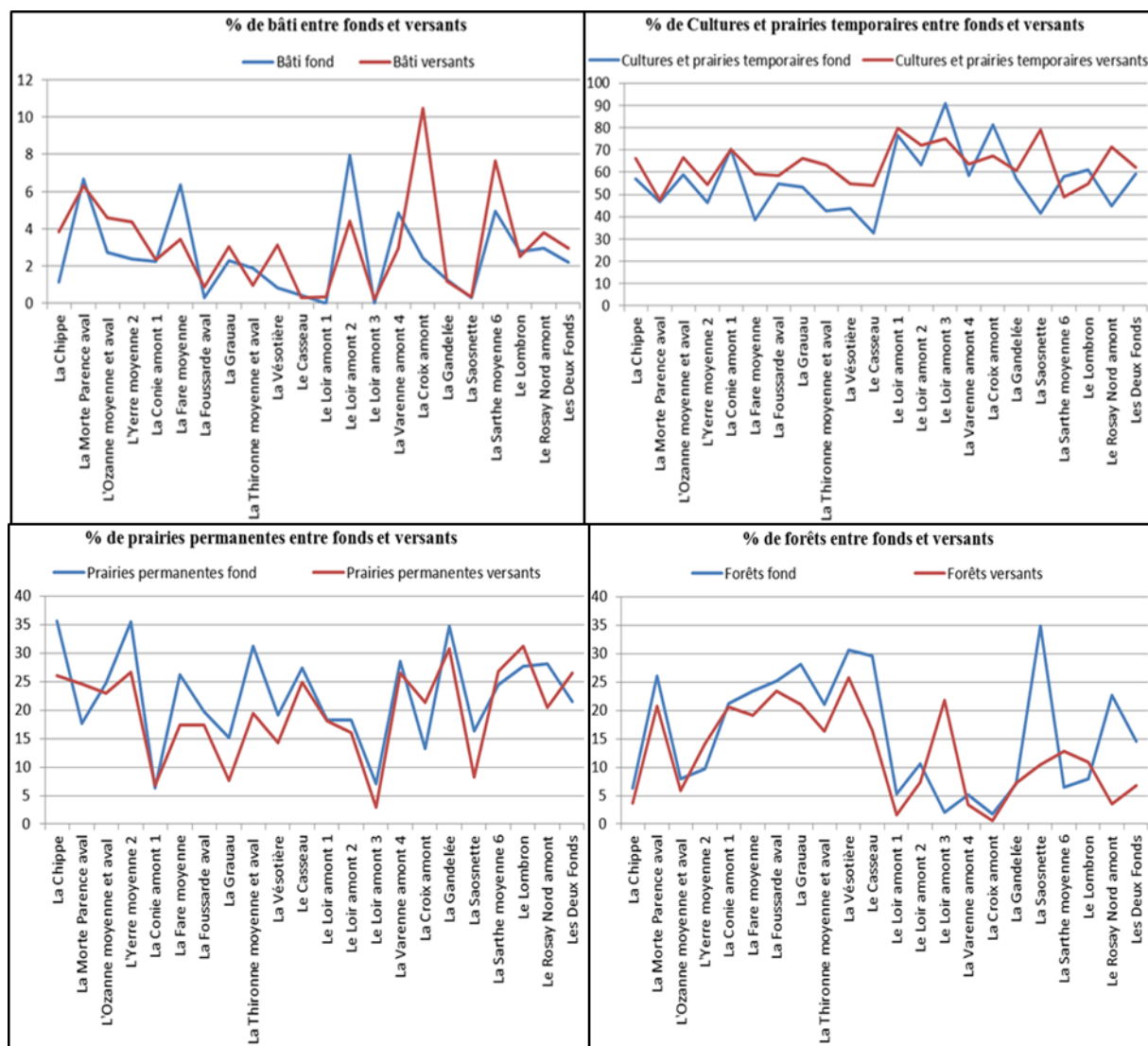


Figure 7.77- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées intermédiaires cultivées (fond et versants).

Parmi ces tronçons, le Loir amont (entre la source et jusqu'à Bonneval) et la Sarthe (entre Saint-Marceau et Saint-Pavace) appartiennent à ce type. Leurs vallées sont peu encaissées (entre 1,2 et 2,5°) et leurs fonds étroits (300 m pour le Loir amont et 1200 m pour la Sarthe moyenne)

- Le Loir amont se compose de trois tronçons, majoritairement consacrés aux céréales qui exploitent les sols fertiles « Au nord de Bonneval, la Beauce possède une couverture limoneuse épaisse reposant sur un manteau d'argile à silex. Les textures des limons est très favorable l'enracinement des céréales » (Guide des paysages d'Eure-et-Loir, 2008). Les surfaces cultivées présentent 76 % et les prairies 13 % (Photographie 7.16). Les bois sont dispersés et assez rares, (8 % des surfaces). L'habitat (2%) est rural, dispersé et souvent abandonné, Le Loir amont correspond à l'unité paysagère «La Vallée du Loir» dans le guide des paysages d'Eure-et-Loir, 2008 qui est caractérisée par des vallées peu encaissée, des étendues cultivées, des quelques bois et des silhouettes des villages (Guide des paysages d'Eure-et-Loir, 2008).

- Dans la vallée de la Sarthe, les cultures et les prairies se partagent l'espace (cultures 54 %, prairies 26 %) (Photographie 7.16). Les boisements ont recouverts les versants et les crêtes. Le tronçon est urbanisé, et l'habitat représente 6 % (Photographie 7.16).



*Photographie 7.16- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires cultivées (exemple le Loir amont et la Sarthe moyenne).*

En regardant les caractéristiques des reliefs et la nature du sol, l'agriculture a développée dans ces vallées. Les tronçons cultivés des vallées forment des paysages agricoles en fonction des grandes cultures dominantes, en particulier dans le tronçon de la Sarthe situé au nord du Mans.

#### 7.5.4. Les vallées intermédiaires boisées « C4 »

Elles représentent 2,91 % (16 tronçons) de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Figure 7.79). Ce sont de vallées moyennement larges avec un fond plat de largeur variable (de 109 à 1245 m) encadrées de versants en pente douce, (inclinaison de moins de 3°) qui occupent, en moyenne 53 % de surface des tronçons (Tableau 7.50).

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des bois (52 %). Les prairies sont minoritaires (13 % de surface des tronçons). Les cultures occupent environ 1/3 des superficies. Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat est très groupé et occupe de faibles surfaces (2 % de la superficie des tronçons). Par rapport à leur environnement, ces tronçons présentent un contraste minimal pour le bâti et les cultures/prairies et un contraste maximal pour les bois avec l'extérieur (Tableau 7.50).

**Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires boisées  
(16 tronçons, soit 2,91 % des vallées)**

C4.Vallées intermédiaires boisées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,86
Pente moyenne de versant	2,32
Largeur moyenne du tronçon en mètre	762
Largeur moyenne du fond en mètre	329
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	44
Part de la surface occupée par le versant en %	56
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,19
Pente hydrographique en m/km	2,72

C4.Vallées intermédiaires boisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	1,61	1,80	1,32	1,29
% de bois	51,76	55,12	49,63	41,33
% de cultures	32,35	27,76	35,58	46,88
% de prairies	13,22	13,81	12,72	9,70
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	25,98			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2,5			

Tableau 7.50- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires boisées.

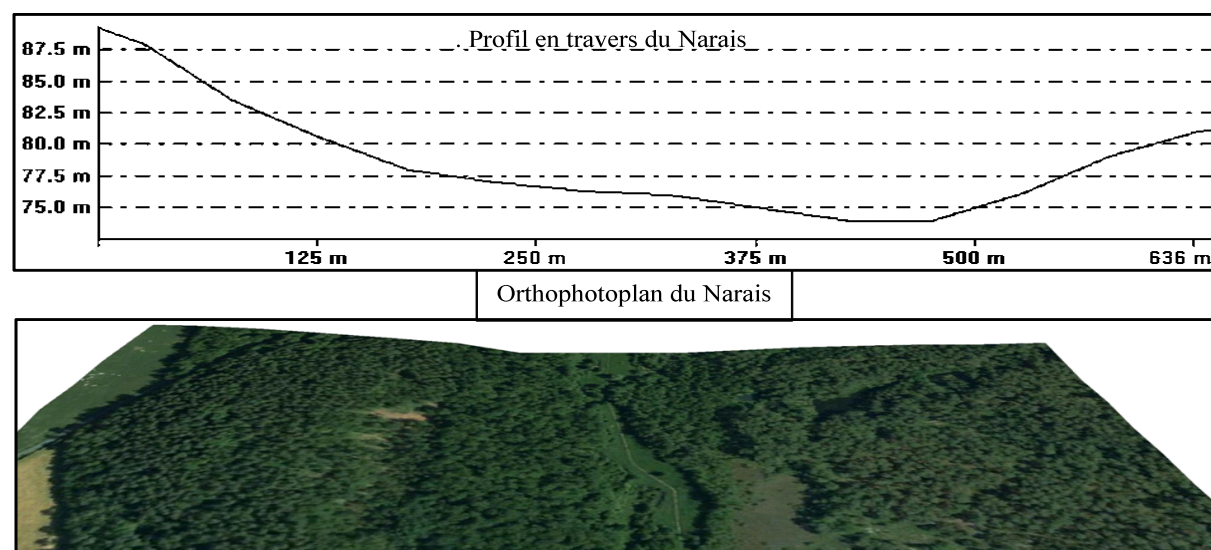


Figure 7.78- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires boisées, exemple la vallée du Narais.



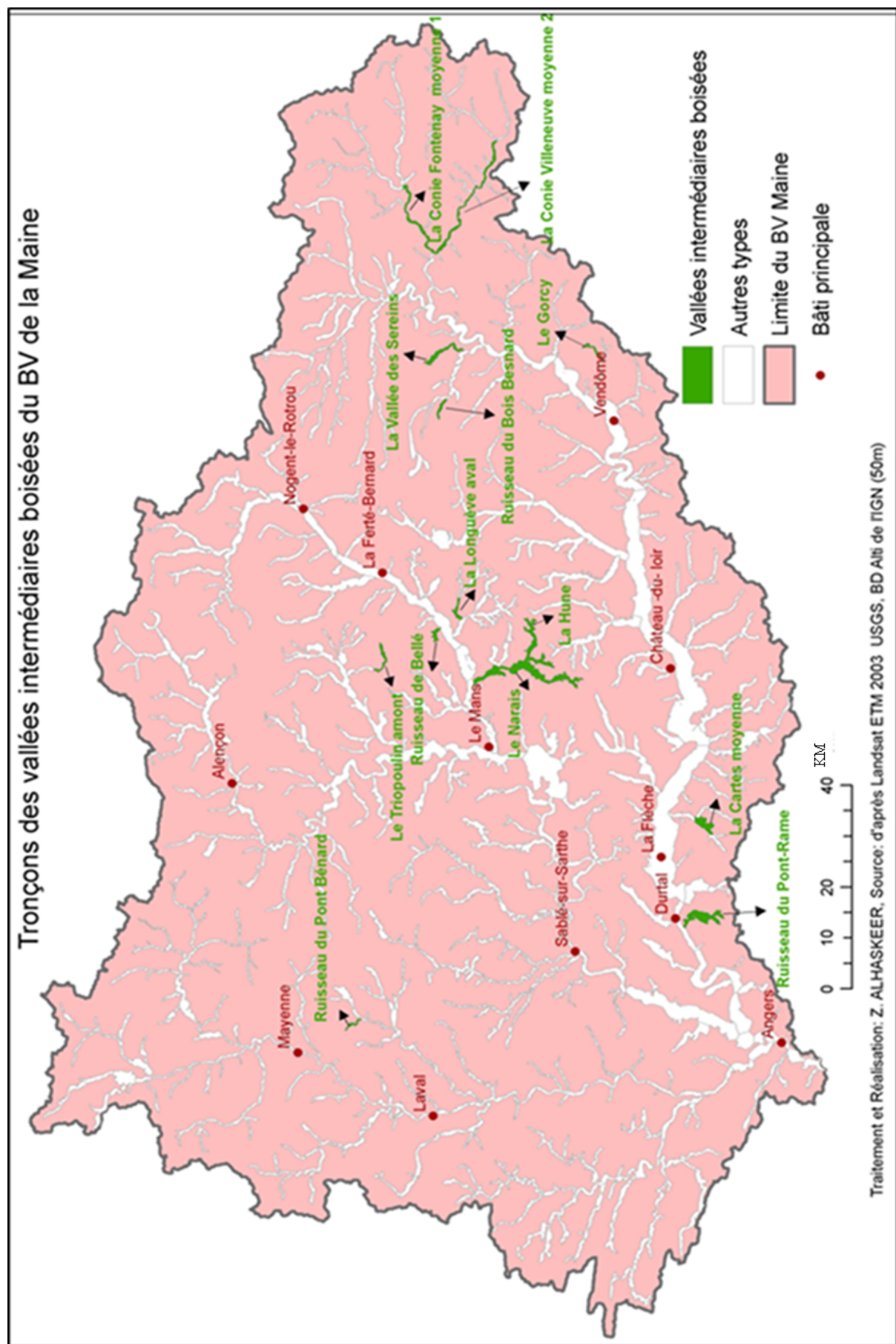


Figure 7.79- Localisation des vallées intermédiaires boisées.



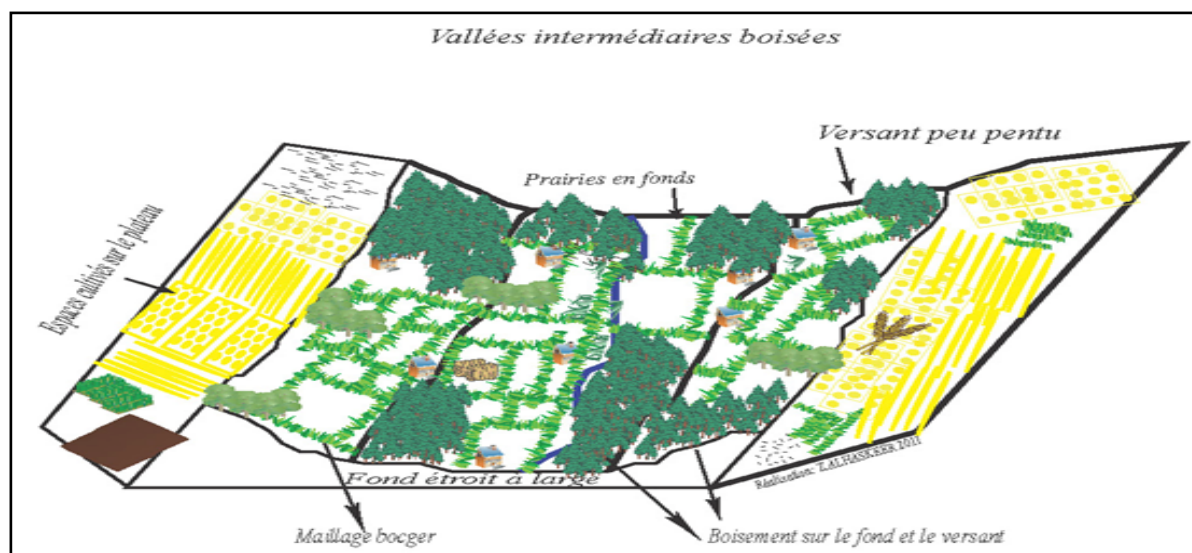


Figure 7.80- Schéma d'une vallée intermédiaire boisée.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Hune	Huisne	Affluent droit du Narais	2,77	5-20	190	7,85	5,22
La Longueve aval	Huisne	Affluent droit du Dué	2,41	3-15	200	4,96	3,02
Le Narais	Huisne	Affluent gauche de l'Huisne	2,31	5-20	330	22,37	2,80
Ruisseau de Bellé	Huisne	Affluent droit de l'Huisne	2,15	2-10	150	2,91	1,37
La Cartes moyenne	Loir	Entre La Champlonnières et les Deux Eves	2,85	5-20	349	4,59	2,17
La Conie Fontenay moyenne 1	Loir	Entre Fontenay-sur-Conie et Nottonville	2,76	2-10	240	17,27	0,34
La Conie Villeneuve moyenne 2	Loir	Entre Villeneuve-sur-Conie et Nottonville	1,93	3-10	120	30,78	0,12
La Vallée des Sereins	Loir	Affluent gauche de l'Yerre	2,33	2-10	125	9,92	3,43
Le Gorcy	Loir	Affluent droit du Réveillon	2,73	2-10	158	5,94	4,04
Ruisseau du Bois Besnard	Loir	Affluent droit de l'Yerre	2,05	2-10	90	4,68	4,69
Ruisseau du Pont-Rame	Loir	Affluent gauche du Loir	0,72	2-7	288	9,99	0,98
Ruisseau du Pont Bénard	Mayenne	Affluent droit des Deux Evailles	2,54	2-10	102	4,17	2,15
Le Triopoulin amont	Sarthe	Entre la source et La Forgé	2,70	2-10	165	6,37	4,86

Tableau 7.51- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires boisées.

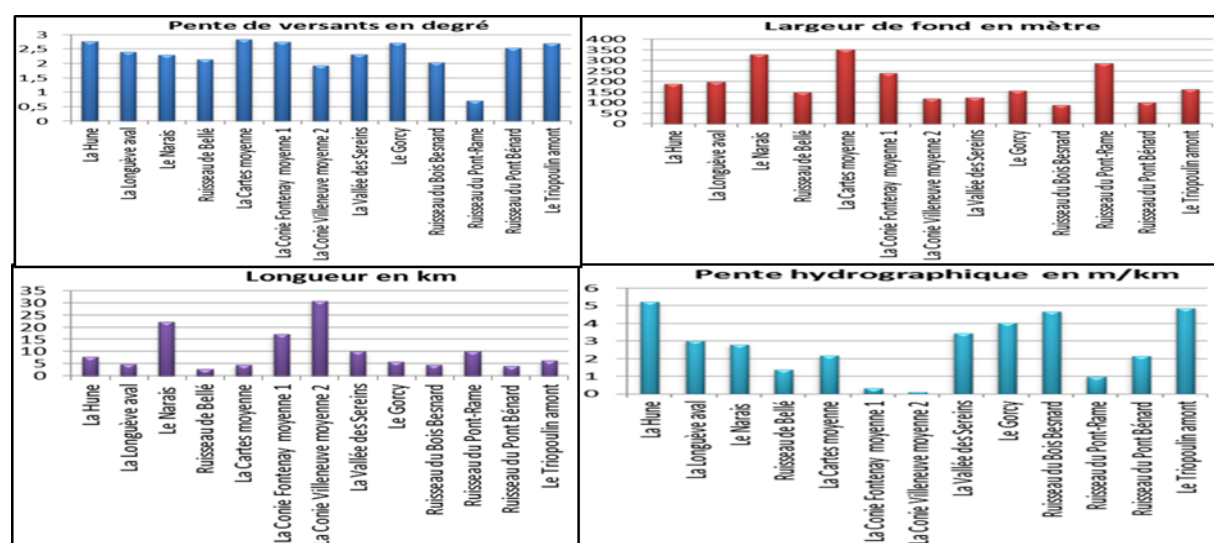


Figure 7.81- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires boisées.

La figure 7.81 montre que la classe des vallées intermédiaires boisées rassemble des tronçons qui se caractérisent par des versants en pente douce plus de 2° dans l'ensemble des tronçons (sauf dans ruisseau du Pont-Rame). De même, ces vallées sont marquées par des profondeurs moyennes (entre 5 et 10 m). Les longueurs des tronçons sont de moins 10 km (sauf dans le Narais, la Conie Fontenay moyenne 1 et la Conie Villeneuve moyenne 2). Les pentes hydrographiques sont plus de 1 m/km (sauf dans la Conie Fontenay moyenne 1, la Conie Villeneuve moyenne 2 et ruisseau du Pont-Rame). Enfin, les largeurs des vallées sont inférieures à 200 m (sauf dans le Narais, la Cartes moyenne, la Conie Fontenay moyenne 1 et Ruisseau du Pont-Rame).

Les fonds de vallées sont occupés par des les bois. Ils occupent 79 % du fond des vallées du Narais et 61 % de celui de la Cartes moyenne (Tableau 7.52). Les versants sont recouverts de boisements (jusqu'à 74 % sur le Narais et 71 % sur la Cartes moyenne). Les prairies sont moins présentes et occupent en moyenne 13 %. Les cultures présentent en moyenne 32 %. L'habitat est peu présent et occupe en moyenne 1,6 % de la surface des tronçons.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Hune	1,80	0,64	37,09	54,75	10,75	13,56	48,02	30,99
La Longuève aval	0,00	0,07	25,41	40,58	39,07	27,90	34,77	31,24
Le Narais	2,13	0,72	12,57	20,82	5,23	4,05	79,49	73,62
Ruisseau de Bellé	1,37	1,67	42,23	24,72	36,18	33,68	20,15	38,91
La Cartes moyenne	0,11	0,21	19,57	14,84	18,61	12,99	61,38	70,99
La Conie Fontenay moyenne 1	4,56	3,53	35,09	38,78	4,48	11,74	55,01	45,72
La Conie Villeneuve moyenne 2	4,65	3,39	49,65	59,52	3,91	4,63	39,77	31,77
La Vallée des Sereins	0,10	0,15	51,42	66,61	7,02	0,42	41,45	32,82
Le Gorcy	0,06	1,56	43,14	59,61	1,78	1,62	50,77	37,18
Ruisseau du Bois Besnard	0,86	0,53	27,18	32,49	4,58	9,29	67,38	57,69
Ruisseau du Pont-Rame	0,14	0,43	29,64	23,22	12,55	6,19	56,69	68,89
Ruisseau du Pont Bénard	0,49	0,36	8,05	27,88	47,27	52,73	44,07	18,99
Le Triopoulin amont	6,15	5,72	25,52	43,14	13,87	12,66	44,61	34,53

Tableau 7.52- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires boisés.

Les tronçons intermédiaires boisés sont ruraux. Les tronçons des vallées intermédiaires boisées sont marqués par des paysages mixtes avec une prédominance des bois, mais aussi avec les cultures qui partagent les espaces des tronçons (par exemple la Conie Fontenay moyenne 1 et la Conie Villeneuve moyenne 2). Ces tronçons sont très contrastés avec les zones qui les englobent. (Photographie 7.17).

Ainsi, les vallées intermédiaires boisées constituent-elles des paysages singuliers, où les bois sont dominants avec un contraste remarquable avec les zones environnantes. La plupart de ces vallées sont situées dans le bassin du Loir et de l'Huisne.



*Photographie 7.17- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires boisées.*



### 7.5.5. Les vallées intermédiaires herbagères « C5 »

Les «vallées intermédiaires herbagères» présentent 4,74 % (26 tronçons) de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Figure 7.83). Ce sont de petites vallées moyennement étroites avec un fond plat et étroit (de 75 à 477 m) encadré de versants dont les pentes sont inférieures à 3° qui occupent, en moyenne, 64 % de surface des tronçons (Tableau 7.53).

**Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires herbagères  
(26 tronçons, soit 4,74 % des vallées)**

C5.Vallées intermédiaires herbagères	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,80
Pente moyenne de versant	2,23
Largeur moyenne du tronçon en mètre	627
Largeur moyenne du fond en mètre	228
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	36
Part de la surface occupée par le versant en %	64
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,18
Pente hydrographique en m/km	2,40

C5.Vallées intermédiaires herbagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,20	2,36	2,11	1,63
% de bois	7,79	8,68	7,00	7,18
% de cultures	44,10	46,58	41,71	34,85
% de prairies	44,13	39,95	47,85	55,41
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	49,71			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.53- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires herbagères.

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des prairies avec en moyenne, 44 % de surface des tronçons. Les boisements sont dispersés et occupent 8 %. Les cultures partagent les espaces avec les prairies (44% de surface des tronçons). Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat est très groupé et n'occupe que 2 % de la superficie des tronçons.

Ces tronçons présentent un contraste minimal avec leur environnement dans la mesure où leur occupation du sol en diffère (Tableau 7.53).

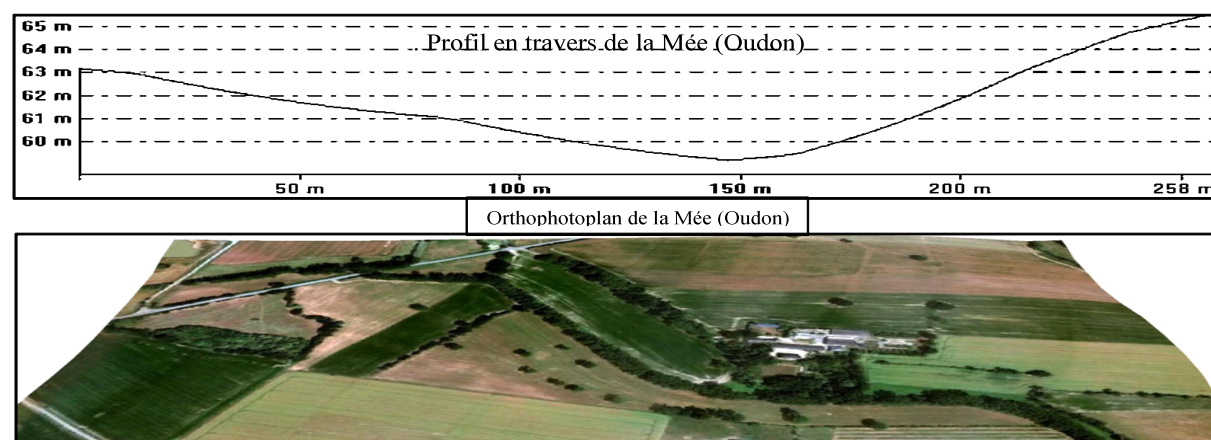


Figure 7.82- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires herbagères, exemple la vallée de la Mée (BV Oudon).

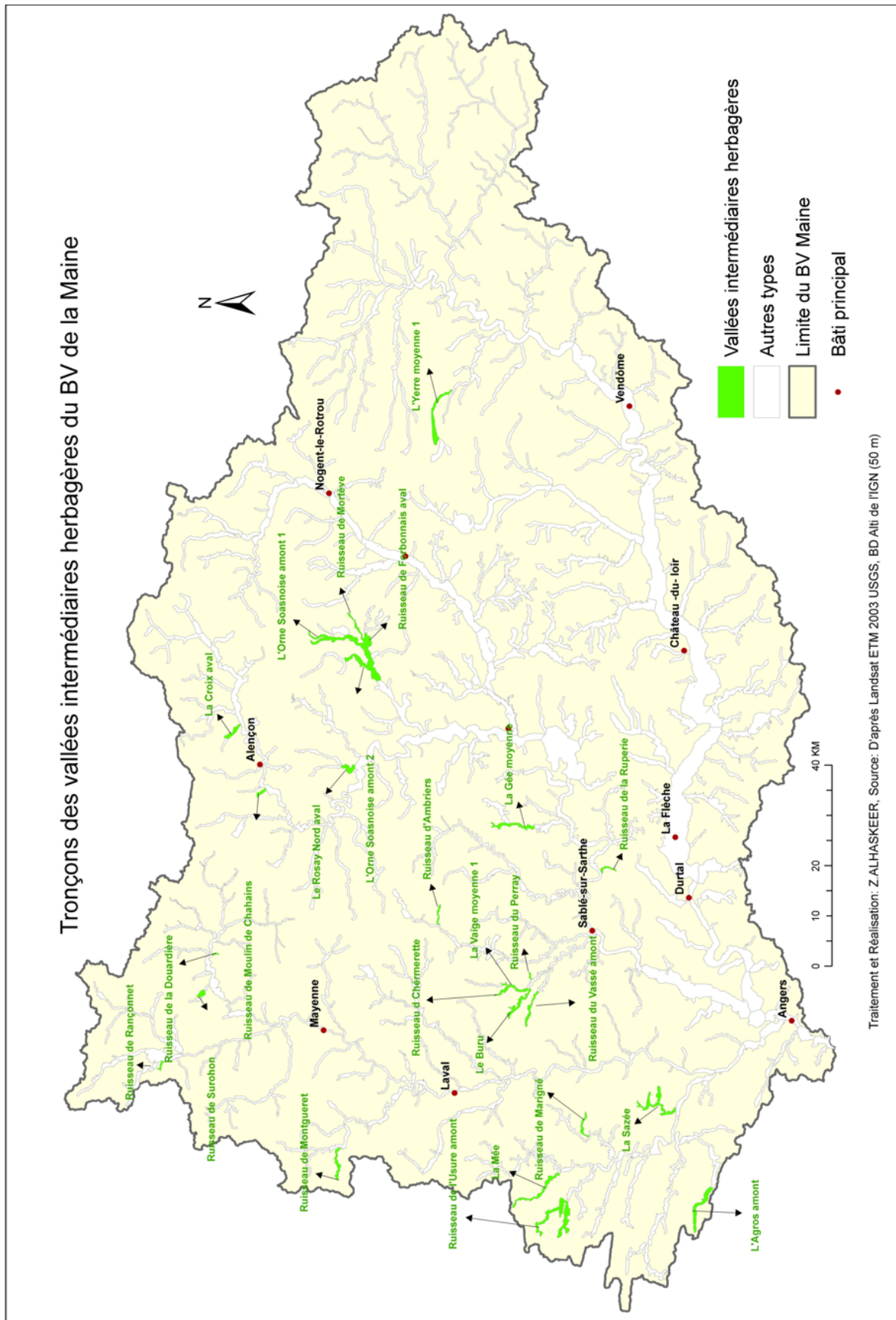


Figure 7.83- Localisation des vallées intermédiaires herbagères.



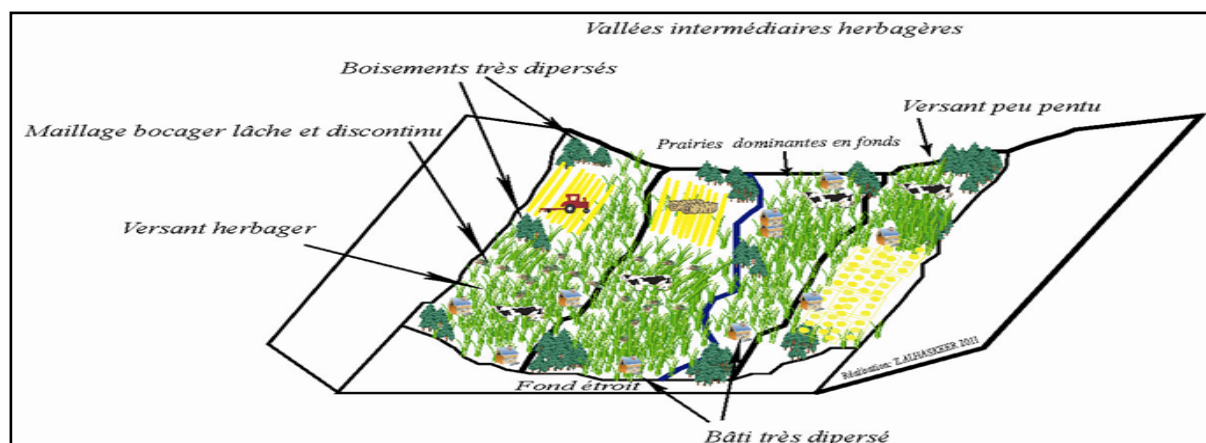


Figure 7.84- Schéma d'une vallée intermédiaire herbagère.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
L'Yerre moyenne l	Loir	Entre Etang du Pont et Arrou	1,97	5-15	210	12,44	2,41
Ruisseau de la Douardière	Mayenne	Affluent gauche de la Mayenne	2,33	2-8	124	1,28	2,34
Ruisseau de Montgueret	Mayenne	Affluent droit de l'Ernée	2,85	5-15	175	7,34	2,04
Ruisseau de Rançonnet	Mayenne	Affluent droit de l'Egrenne	2,69	4-8	75	1,81	1,11
Ruisseau de Surohon	Mayenne	Affluent droit de la Mayenne	1,31	2-5	190	1,74	2,30
L'Agros amont	Oudon	Affluent droit de La Verzée	2,08	2-8	333	8,08	2,72
La Mée	Oudon	Affluent droit de L'Oudon	2,54	2-10	190	12,57	3,84
La Sazée	Oudon	Affluent gauche de L'Oudon	2,67	2-15	187	10,01	3,00
Ruisseau de l'Usure amont	Oudon	Entre la source et Saint-Michel-de-la-Roë	2,53	5-15	331	11,88	1,68
Ruisseau de Marigné	Oudon	Affluent gauche de l'Hière	2,05	2-10	193	6,32	2,06
L'Orne Saosnoise amont	Sarthe	Entre la source et Ponthouin	1,95	2-10	477	21,18	1,88
La Croix aval	Sarthe	Entre La Bénarderie et la confluence avec la Sarthe	2,00	3-15	320	4,78	2,93
La Gée amont	Sarthe	Entre la source et Vallon-sur-Gée	2,92	5-15	290	6,90	2,75
La Vaige moyenne l	Sarthe	Entre La Bazouge-de-Chéméré et La Cropte	2,63	2-10	225	6,14	1,63
Le Buru	Sarthe	Affluent droit de La Vaige	1,68	2-8	232	8,46	1,66
Le Rosay Nord aval	Sarthe	Entre Saint-Germain-sur-Sarthe et la confluence avec la Sarthe	2,67	5-15	342	3,40	1,18
Ruisseau d'Ambriers	Sarthe	Affluent gauche de L'Erve	2,42	2-10	94	4,25	3,53
Ruisseau de Chérmerette	Sarthe	Affluent droit de La Vaige	1,49	2-15	199	3,68	3,80
Ruisseau de Forbonnais aval	Sarthe	Affluent gauche de L'Orne Saosnoise	1,26	2-10	389	3,25	1,54
Ruisseau de la Ruperie	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	1,65	2-15	149	3,62	3,04
Ruisseau de Mortève	Sarthe	Affluent droit de Ruisseau de Forbonnais	1,98	2-10	208	5,89	4,07
Ruisseau de Moulin de Chahains	Sarthe	Affluent droit de La Sarthe	2,96	2-10	132	2,47	4,46
Ruisseau du Perray	Sarthe	Affluent gauche de La Vaige	2,17	2-8	135	1,47	4,08
Ruisseau du Vassé amont	Sarthe	Affluent droit de La Vaige	2,78	2-8	256	8,31	2,41

Tableau 7.54- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires herbagères.

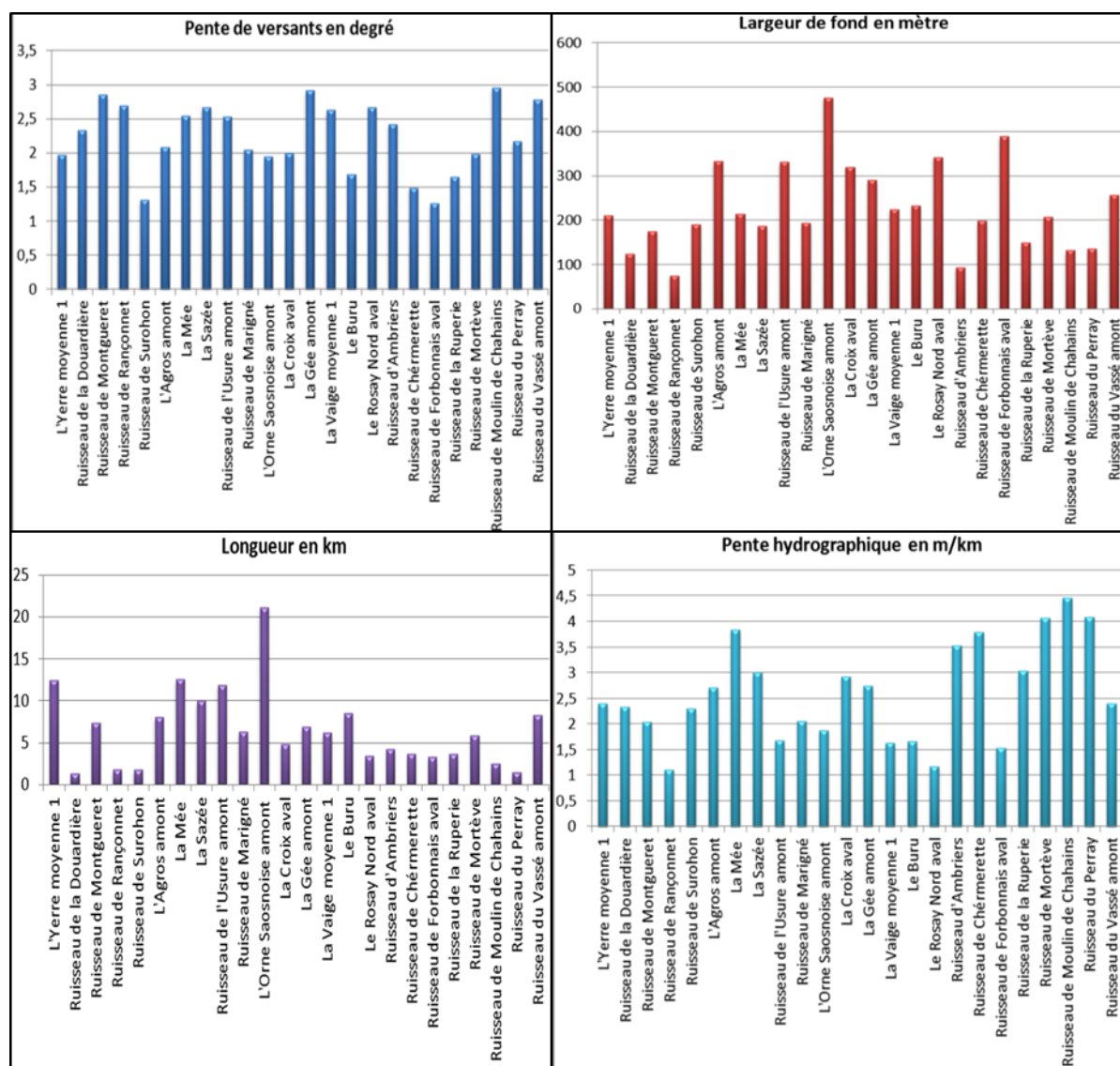


Figure 7.85- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires herbagères.

La figure 7.85 montre que la classe des vallées intermédiaires herbagères rassemble des tronçons qui se caractérisent par des versants en pente douce (moins de 3° dans l'ensemble des tronçons). De même, ces vallées sont marquées par des profondeurs moyennes (entre 2 et 15 m). Les longueurs des tronçons sont de moins 10 km (sauf dans l'Yerre moyenne 1, la Mée, la Sazée, ruisseau de l'Usure amont et l'Orne Saosnoise amont). Les pentes hydrographiques hétérogènes, varient entre 1,1 et 4,4 m/km. Enfin, les largeurs des vallées sont moins de 300 m (sauf dans l'Agros amont, ruisseau de l'Usure amont, l'Orne Saosnoise amont, la Croix aval, le Rosay Nord aval et ruisseau de Forbonnais aval).

Les fonds de vallées sont occupés par des prairies ; en moyenne, 77 % du fond de ruisseau d'Ambriers, et 62 % de celui de l'Yerre moyenne 1 (Tableau 7.55). Les versants sont aussi recouverts de prairies (jusqu'à 62 % sur ruisseau de Marigné et 59 % sur ruisseau d'Ambriers). Les cultures sont présentes et occupent 53 % dans la vallée de la Mée et 38 % dans la vallée de la Vaigie moyenne 1. Les boisements sont moins présents et occupent 8 % dans l'ensemble des tronçons intermédiaires herbagers. Ces bois sont dispersés sur les versants et dans les fonds et distribués de manière hétérogène. L'habitat, qui occupe en moyenne 2 % de la surface des tronçons, est très groupé.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Yerre moyenne 1	3,78	4,74	31,32	55,65	62,15	38,69	2,75	0,92
Ruisseau de la Douardière	4,66	0,80	29,29	54,67	57,92	39,57	6,62	4,71
Ruisseau de Montgueret	0,71	0,55	53,92	37,04	35,27	40,17	1,67	13,00
Ruisseau de Rançonnet	2,00	2,90	47,99	47,47	43,04	39,21	0,48	7,77
Ruisseau de Surohon	0,84	2,44	38,03	44,83	48,45	45,86	12,54	6,50
L'Agros amont	2,33	2,48	50,85	44,98	38,34	47,32	8,04	4,36
La Mée	1,88	2,08	50,81	56,44	39,41	37,13	6,73	3,24
La Sazée	1,57	2,05	33,95	38,95	60,86	56,63	2,26	1,81
Ruisseau de l'Usure amont	1,20	1,85	43,92	47,18	44,98	45,16	3,22	3,83
Ruisseau de Marigné	2,34	2,37	24,41	35,22	72,79	61,61	0,00	0,20
L'Orne Saosnoise amont	0,61	0,30	36,12	52,42	40,27	34,43	20,01	11,39
La Croix aval	1,87	1,44	45,07	51,02	33,02	44,83	16,93	2,39
La Gée amont	3,38	3,71	43,68	52,14	37,21	34,13	14,32	8,83
La Vaige moyenne 1	0,74	2,56	38,29	38,74	54,52	57,24	3,12	0,85
Le Buru	0,43	1,17	39,88	47,80	49,49	42,56	4,93	6,50
Le Rosay Nord aval	0,62	0,37	48,04	44,53	39,34	38,88	11,85	16,21
Ruisseau d'Ambriers	2,50	0,54	18,43	38,74	77,54	59,02	1,08	1,33
Ruisseau de Chérmerette	2,99	0,36	49,27	59,65	46,58	38,74	0,20	1,09
Ruisseau de Forbonnais aval	0,67	0,97	43,29	67,56	50,73	22,82	4,87	8,22
Ruisseau de la Ruperie	16,73	6,51	43,13	37,16	22,54	30,13	16,16	23,98
Ruisseau de Mortève	3,12	7,84	31,73	53,20	43,87	22,44	18,63	15,27
Ruisseau de Moulin de Chahains	0,00	1,44	8,74	31,74	62,80	56,97	26,21	9,74
Ruisseau du Perray	3,43	1,50	55,02	45,97	26,21	38,28	8,70	11,03
Ruisseau du Vassé amont	0,49	1,65	46,67	52,24	44,30	41,20	7,69	4,40

Tableau 7.55- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires herbagers.

Les tronçons intermédiaires herbagers sont ruraux, sauf le tronçon de ruisseau de la Ruperie. Marqués par des paysages mixtes, entre les prairies et les cultures et sans prédominance marquée, ces tronçons présentent des caractéristiques communes d'occupation du sol. On peut appeler ce type «vallées intermédiaires mixtes» (Photographie 7.18).

Pour conclure, la typologie des paysages des vallées du type C a permis d'extraire les vallées intermédiaires et de mettre en évidence leurs caractéristiques morphologiques et des motifs d'occupation du sol.

Les vallées intermédiaires sont peu originales. Leur détermination n'a pas été aisée. Souvent il a fallu privilégier un critère unique pour les différencier. Elles sont caractérisées par des morphologies très répandues dans les régions de plaines et plateaux du bassin de la Maine mais contiennent également quelques exceptions comme la Conie Fontenay moyenne et la Conie Villeneuve moyenne qui sont des vallées boisées, insérées dans un paysage d'openfield.

Ces vallées intermédiaires sont peu singulières, l'occupation du sol est peu variée et peu différenciée par rapport aux zones environnantes.

Enfin, la comparaison des vallées intermédiaires définies par notre typologie à celles mentionnées par les atlas des paysages, a montré que les types proposés sont cohérents.





*Photographie 7.18- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires herbagères.*

## 7.6. « Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées » « D »

Un type particulier des vallées est caractérisé par une importante sinuosité de cours d'eau et de vallée. Quatorze tronçons sont identifiés comme des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées (soit 2,55 % des tronçons) (Figure 7.87, Tableau 7.56).

**Caractéristiques moyennes de vallées à méandres encaissées bocagères à boisées  
(14 tronçons, soit 2,55 % des vallées)**

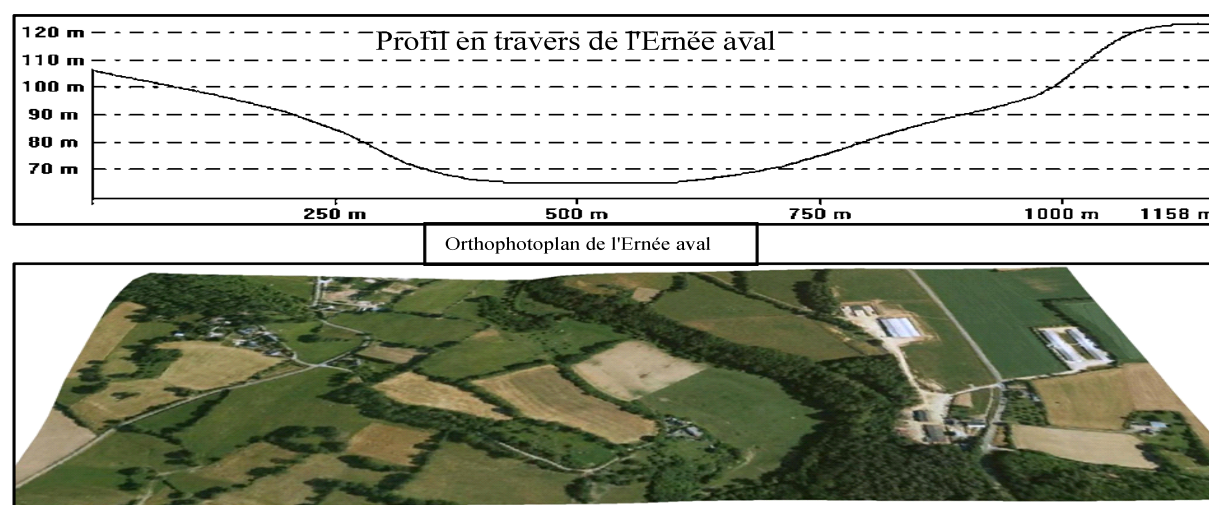
D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées				
Variables morphométriques				
Pente moyenne du tronçon				3,68
Pente moyenne de versant				5,06
Largeur moyenne du tronçon en mètre				628
Largeur moyenne du fond en mètre				274
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %				46
Part de la surface occupée par le versant en %				54
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km				1,76
Pente hydrographique en m/km				1,17

D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	3,06	3,07	3,10	2,58
% de bois	14,64	13,68	15,96	7,81
% de cultures	38,63	36,39	40,27	54,60
% de prairies	38,30	41,03	35,71	33,45
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	49,44			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

*Tableau 7.56- Caractéristiques moyennes des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées.*

Ces tronçons sont caractérisés par un mélange entre les prairies et les cultures avec des haies de bocage denses à continues. Les surfaces cultivées représentent en moyenne 38% de surface des tronçons. Les boisements sont dispersés et en occupent 15 %. Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat est très dispersé (3 % de la superficie des tronçons). Ces tronçons présentent un contraste minimal avec l'extérieur dans la mesure où leur occupation du sol diffère peu des espaces environnants (Tableau 7.56).



*Figure 7.86- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées, exemple la vallée de l'Ernée aval.*



# Tronçons des vallées à méandres encaissés bocagères à boisées du BV de la Maine

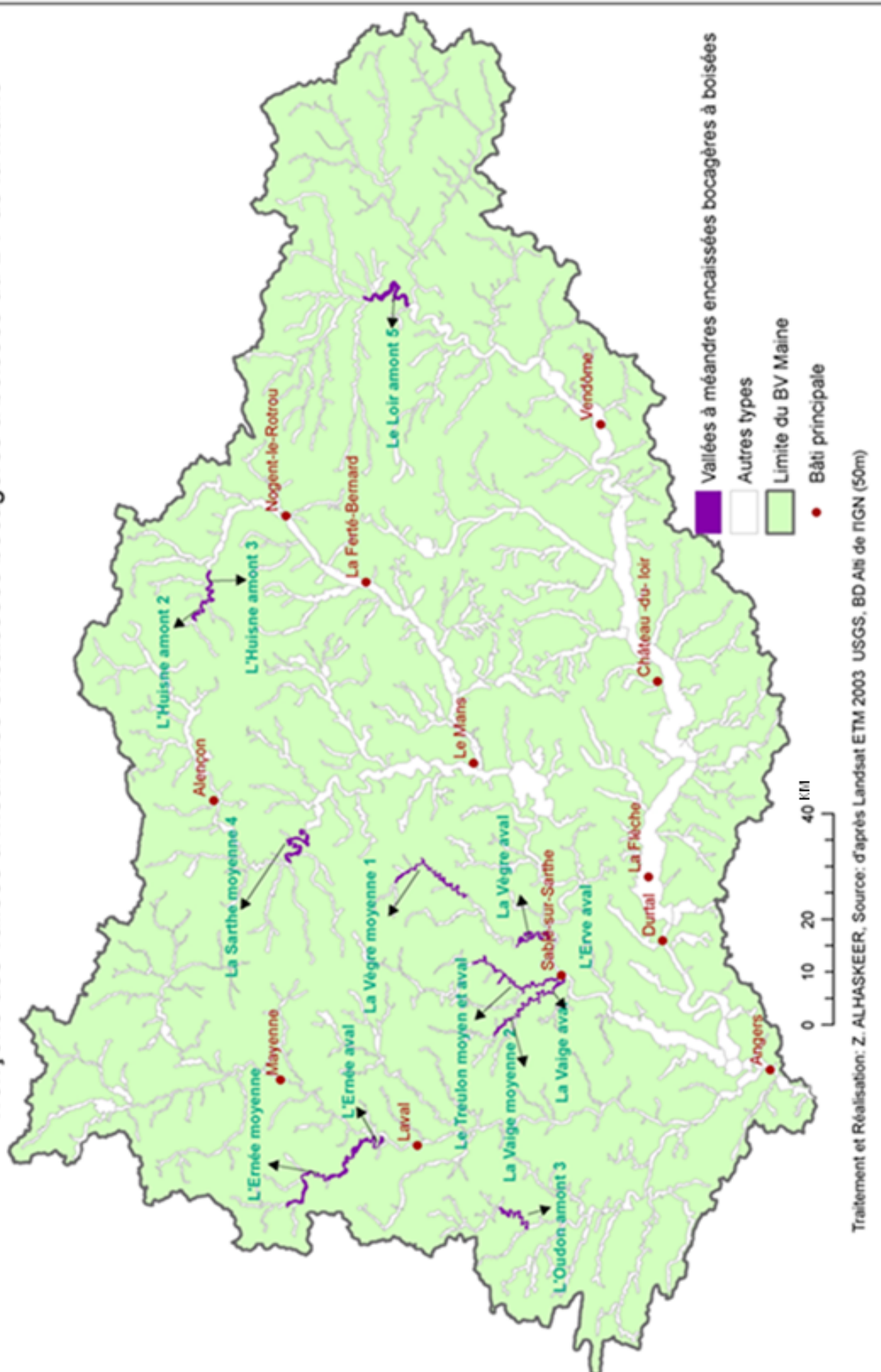


Figure 7.87- Localisation des vallées à méandres encaissés bocagères à boisées.

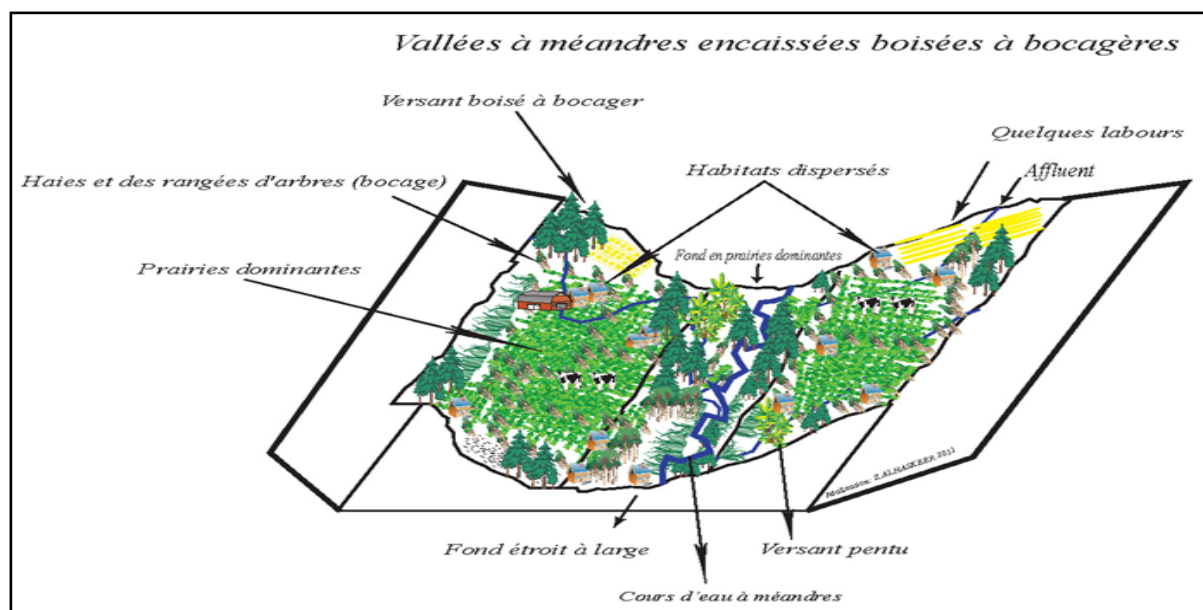


Figure 7.88- Schéma d'une vallée à méandre encaissée bocagère à boisée.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km	Sinuosité en km
L'Huisne amont 2	Huisne	Entre Denis-sur-Huisne et Mauves-sur-Huisne	4,11	5-20	292	7,00	1,71	1,62
L'Huisne amont 3	Huisne	Entre Mauves-sur-Huisne et Saint-Maurice-sur-Huisne	3,89	5-20	355	9,10	1,10	1,54
Le Loir amont 5	Loir	Entre Bonneval et Saint-Christophe	4,84	5-20	570	16,92	0,71	1,97
L'Ernée aval	Mayenne	Entre Andouillé et la confluence avec la Mayenne	7,56	15-55	265	11,66	1,37	1,90
L'Ernée moyenne	Mayenne	Entre Le Bois et Andouillé	5,52	15-35	229	27,15	1,40	1,71
L'Oudon amont 3	Oudon	Entre La Basse Cuche et Livré-la-Touche	4,44	5-25	361	11,36	1,58	1,76
L'Erve aval	Sarthe	Entre Auvers-le-Hamon et la confluence avec la Sarthe	5,13	5-20	204	11,02	1,00	1,51
La Sarthe moyenne 4	Sarthe	Entre St-Léonard-des-Bois et Fresnay-sur-Sarthe	7,41	15-50	376	17,58	0,68	2,56
La Vaige aval	Sarthe	Entre Beaumont-Pied-de-Bœuf et la confluence avec la Sarthe	4,37	5-15	265	12,80	1,41	1,51
La Vaige moyenne 2	Sarthe	Entre La Crompte et Beaumont-Pied-de-Bœuf	4,79	5-15	227	12,34	0,89	1,52
La Vègre aval	Sarthe	Entre Poillé-sur-Vègre et la confluence avec la Sarthe	4,89	5-15	240	16,17	0,87	2,14
La Vègre moyenne 1	Sarthe	Entre Courmenant et Loué	3,64	5-15	190	24,85	1,13	1,81
Le Treulon aval	Sarthe	Entre Viré-en-Champagne et la confluence avec l'Erve	5,42	5-20	153	3,95	0,76	1,52
Le Treulon moyen	Sarthe	Entre Les Hautes Roches et Viré-en-Champagne	4,95	5-20	167	11,24	1,78	1,52

Tableau 7.57- Caractéristiques morphométriques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées.

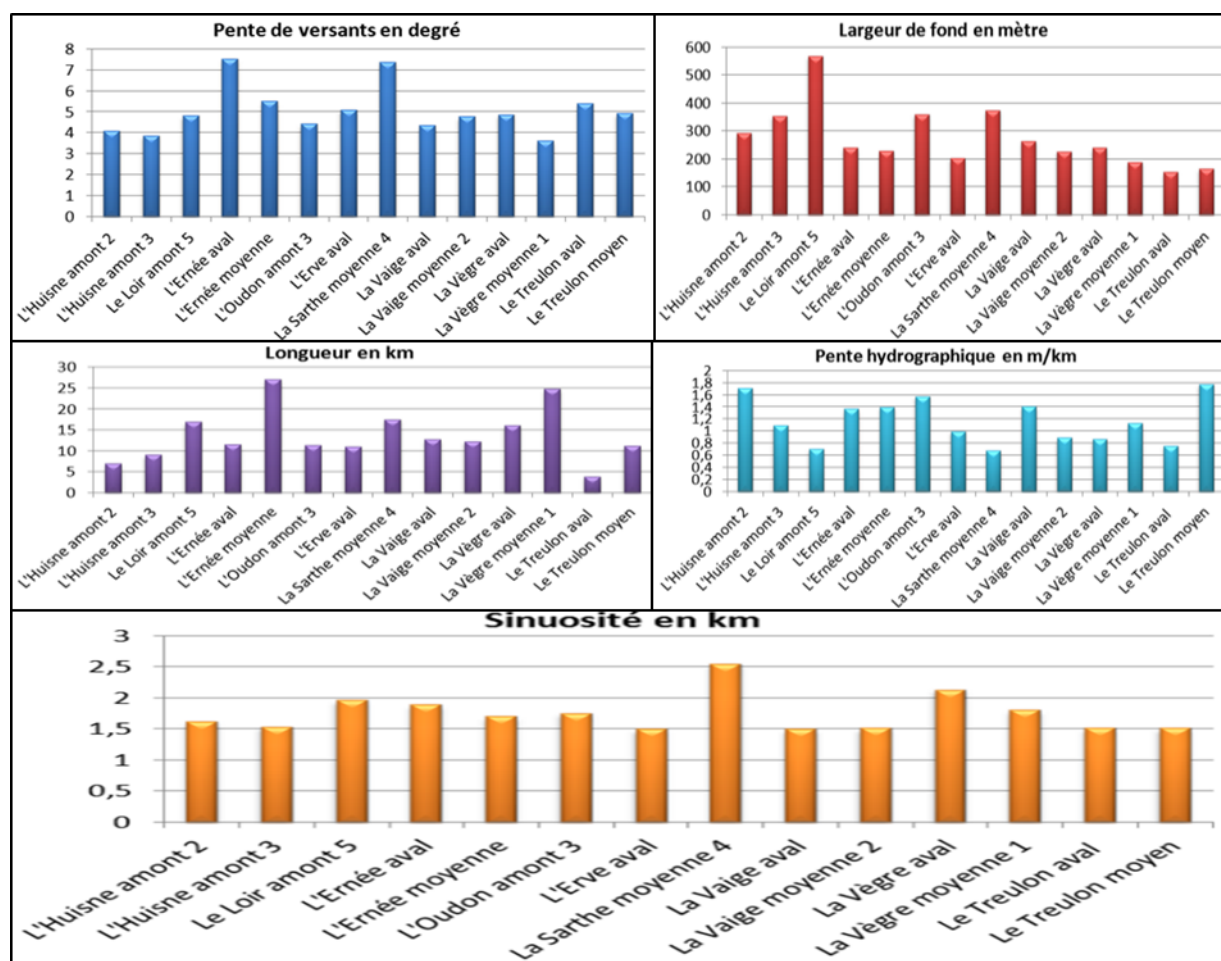


Figure 7.89- Comparaison des variables morphologiques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées.

La figure 7.89 montre que la classe des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées rassemble des tronçons qui sont caractérisés par des versants en pente forte (plus de 4°) des longueurs de moins 20 km (sauf l'Ernée moyenne et de la Vègre moyenne 1) et des fonds larges de moins 300 m (sauf l'Huisne amont 3, le Loir amont 5, l'Oudon amont 3 et la Sarthe moyenne 4). Les tronçons des vallées à méandres encaissées sont marqués par des pentes hydrographiques faibles (entre 0,7 et 1,8 m/km). La sinuosité des cours d'eau est forte dans l'ensemble des tronçons avec un indice de 1,76 en moyenne.

Les fonds de vallées sont occupés par des prairies permanentes, (63 % du fond de l'Huisne amont 3 et 58 % du fond de l'Huisne amont 2 et 50 % de celui de la Sarthe moyenne 4) (Tableau 7.58). Les versants sont recouverts de cultures (jusqu'à 50 % sur la Vègre aval) et de prairies (jusqu'à 50 % sur l'Huisne amont 3). Celles-ci sont encloses de haies et le maillage du bocage est dense dans la vallée de l'Ernée aval où 31 % des versants sont boisés. Les parcelles moins pentues sont également cultivées comme la Vègre moyenne 1 qui propose des pentes moyennes douces (inférieures à 4°). L'habitat, qui occupe, en moyenne, 3 % de surface des tronçons, est très dispersé.

Les tronçons intermédiaires sont ruraux, sauf dans l'Ernée aval et la Vaigie aval. Ces tronçons sont marqués par des paysages mixtes et sans occupation du sol prédominant.



Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
L'Huisne amont 2	0,90	2,59	26,98	46,18	57,78	43,98	12,86	6,87
L'Huisne amont 3	0,22	2,93	13,85	29,49	63,48	49,49	21,02	13,76
Le Loir amont 5	4,63	5,25	66,55	45,37	13,87	6,93	14,95	42,44
L'Ernée aval	7,49	5,19	47,67	40,49	21,68	21,35	21,95	31,48
L'Ernée moyenne	1,81	3,27	45,97	48,68	40,86	33,40	8,09	11,04
L'Oudon amont 3	2,33	2,43	41,60	47,16	39,65	40,20	15,39	9,20
L'Erve aval	5,86	5,74	38,53	42,29	33,18	34,50	6,81	7,88
La Sarthe moyenne 4	1,32	3,30	30,49	36,07	50,00	35,56	6,73	13,22
La Vaigie aval	7,57	6,34	32,23	38,75	48,26	40,58	5,48	8,54
La Vaigie moyenne 2	1,46	1,09	34,18	39,60	38,50	36,78	12,52	12,16
La Vègre aval	3,00	1,32	46,17	50,19	29,92	27,87	12,23	14,52
La Vègre moyenne 1	0,74	1,32	31,96	42,93	48,29	41,08	16,10	11,30
Le Treulon aval	4,96	2,30	15,10	27,12	55,19	41,03	17,13	22,81
Le Treulon moyen	0,75	0,34	38,32	29,50	33,87	47,27	20,33	18,26

Tableau 7.58- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées.

L'Huisne amont (entre Denis-sur-Huisne et Saint- Maurice-sur Huisne) et le Loir (entre Bonneval et Saint-Christophe) forment des vallées encaissées (plus de 4°) et sinueuses avec une largeur du fond de plus de 300m. Le Loir, entre Bonneval et Saint-Christophe, se compose d'un double méandre créant des versants assez vifs. Au sud de Bonneville, le Loir forme une boucle allongée. La géologie, avec l'affleurement de l'argile à silex avertit d'un changement de paysage (atlas Eure-et-Loir, 2005). Les prairies dans l'Huisne amont occupent une place importante (53%) et les haies sont largement implantées et souvent denses (Photographie 7.19). Les surfaces agricoles sont présentes et occupent 29 % de surface des tronçons. Ces tronçons sont particulièrement pauvres en boisements, dont ils présentent 13 %. L'habitat dispersé présente 1,7 %. Tandis que, dans le fond de vallée du Loir amont 5, une succession des bois, de marécages et de prairies humides. Les prairies présentent 11 % et les bois 25 %. Les cultures occupent 59 %. Ce tronçon du Loir est urbanisé, l'habitat présente 5 % de surface du tronçon (Photographie 7.19).



Photographie 7.19- Illustrations photographiques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées (exemple : l'Huisne amont et le Loir amont).

Les vallées à méandres encaissées bocagères à boisées présentent un type de vallée particulier de forte sinuosité. La typologie a permis d'identifier ces vallées, dont la nature géologique joue un rôle important dans la forme et la structure. Ces vallées souvent inscrites dans un substratum de calcaire dur, ne sont pas identifiées dans les atlas des paysages comme unités paysagères.

### 7.7. Vallées indistinctes « E »

Soixante-neuf tronçons sont identifiés comme des vallées indistinctes (soit 12,59 % des tronçons) (Figure 7.91, Tableau 7.59). Leur désignation est empruntée à MA. Germaine (2009).

La majorité de ces tronçons sont situés dans le bassin du Loir (47 tronçons, soit 68,11 % des tronçons sont des vallées indistinctes). Ce sont des tronçons marqués par des pentes de versants très faibles et des fonds étroits qui ne présentent pas une forme marquée et évidente par rapport aux zones environnantes. Seule l'occupation du sol permet les identifier.

Les vallées indistinctes se composent deux sous-groupes : « vallées évasées faiblement marquées » et « vallées évasées des têtes de bassins » (Figure 7.90).

Les deux groupes réunissent les tronçons les moins marqués du point de vue morphologique. Ils présentent un encaissement très faible. Les vallées évasées des têtes de bassins peu différentes des parties d'amont. Les vallées évasées faiblement marquées sont liées à une position où les pentes déclinent et les formes sont plus molles.

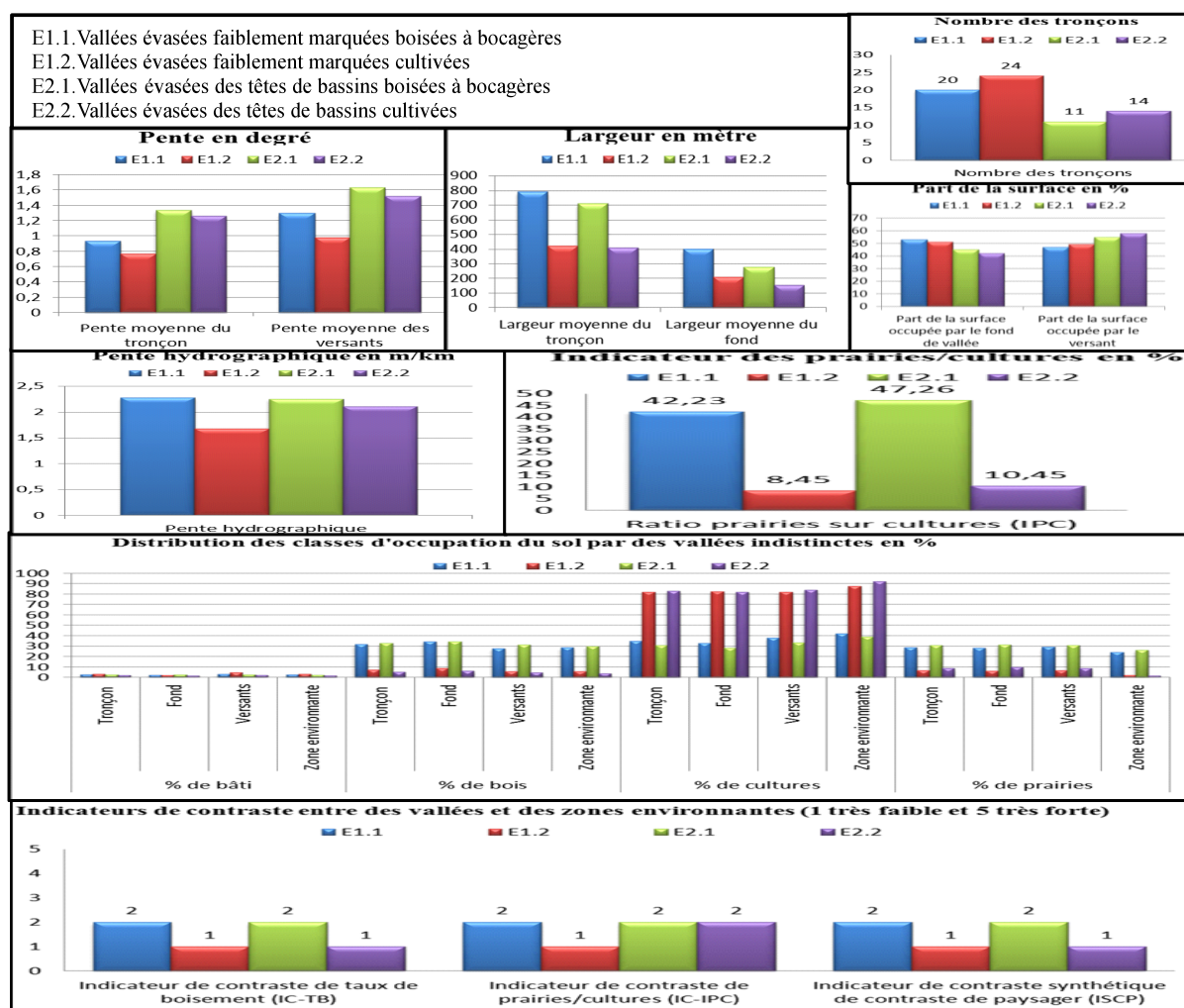
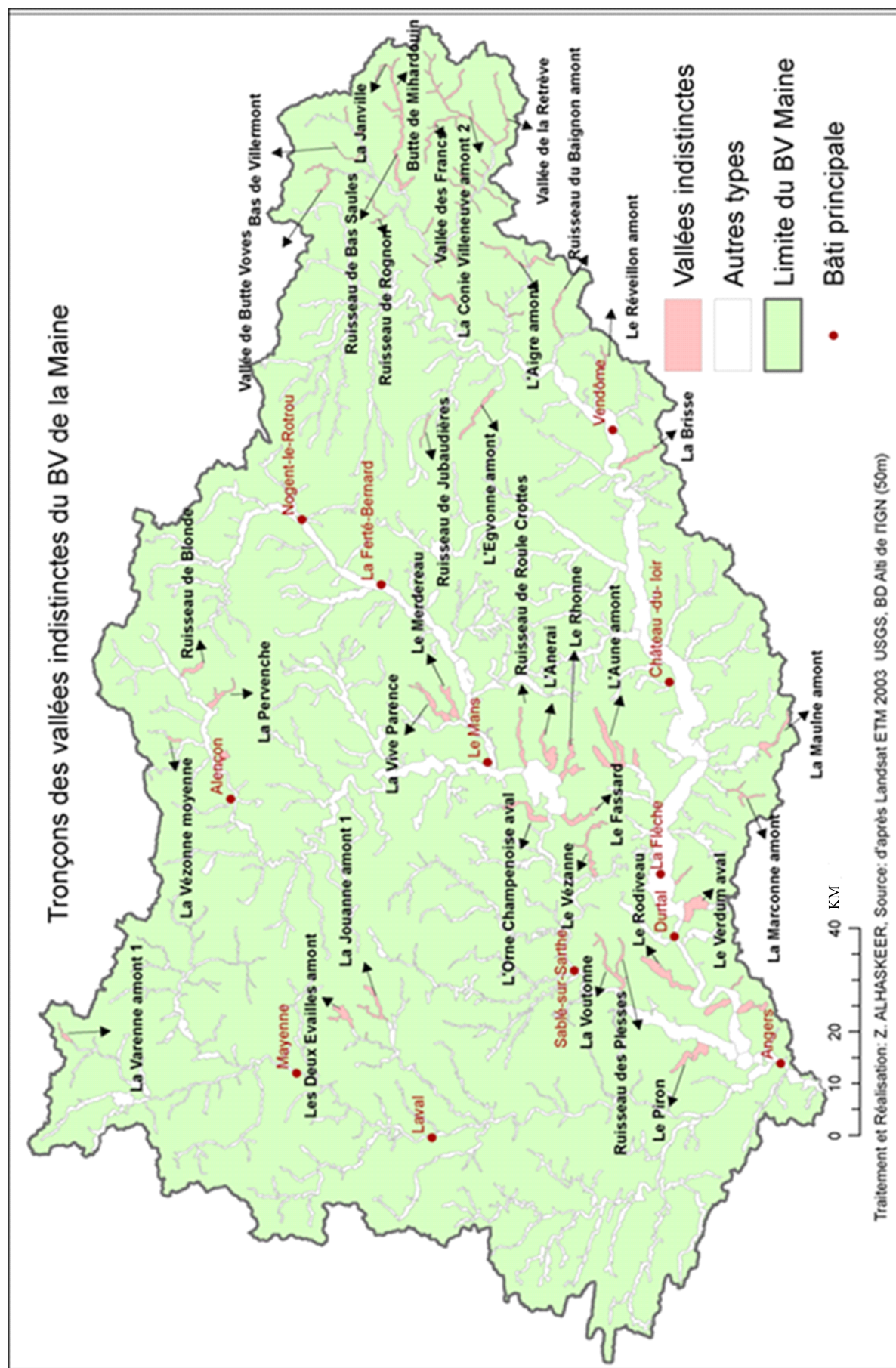


Figure 7.90- Caractéristiques moyennes des vallées indistinctes du BV de la Maine.





Bassin	Nombre	%
Loir	47	68,11
Sarthe (sans Huisne)	15	21,73
Huisne	3	4,34
Mayenne (sans Oudon)	4	5,79
Oudon	0	0,00
Maine aval	0	0,00
Total	69	12,59 % (des tronçons du BV de la Maine)

Tableau 7.59- Nombre des tronçons des vallées indistinctes par sous bassins versants de la Maine.

Dans les tronçons des vallées indistinctes, les types de l'occupation du sol sont divers avec une large prédominance des cultures et une occupation perennes (bocagère et boisée).

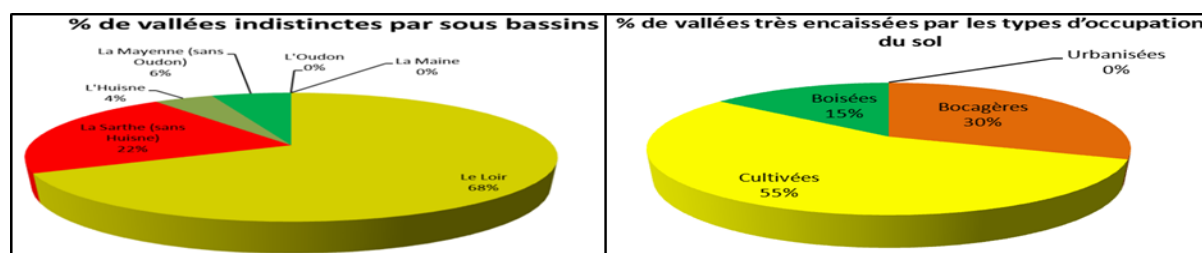


Figure 7.92- Répartition des tronçons des vallées indistinctes par les sous bassin et les types d'occupation du sol.

Les vallées évasées faiblement marquées sont classées en deux sous types selon l'occupation du sol : boisés à bocagers et cultivés.

#### 7.7.1. Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères « E1.1. »

Les vingt tronçons identifiés (Figure 7.93) présentent des reliefs peu marqués (pente moyenne des versants proches de 1,5°) avec des fonds moyennement étroits. Ils constituent 3,64 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Tableau 7.60).

Caractéristiques moyennes des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères  
(20 tronçons, soit 3,64 % des vallées)

E1.1. Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	0,94
Pente moyenne de versant	1,30
Largeur moyenne du tronçon en mètre	790
Largeur moyenne du fond en mètre	404
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	53
Part de la surface occupée par le versant en %	47
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,15
Pente hydrographique en m/km	2,28

E1.1. Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,88	2,45	3,29	2,78
% de bois	31,85	34,53	28,00	28,66
% de cultures	34,89	32,89	38,23	42,36
% de prairies	28,83	29,39	28,23	24,46
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	42,23			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.60- Caractéristiques moyennes des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.

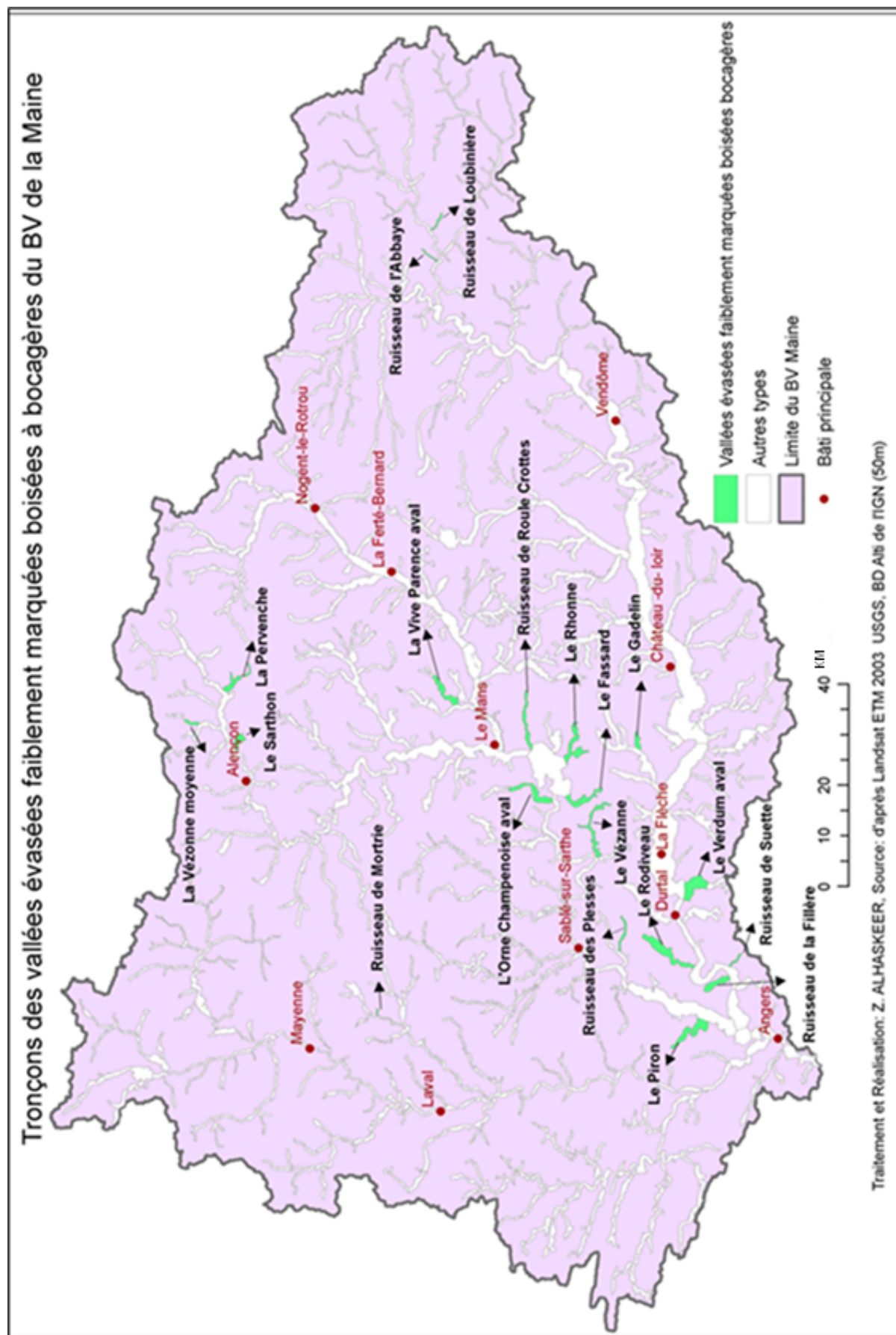


Figure 7.93- Localisation des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.



Ces tronçons sont caractérisés par une prédominance de bois (32 %) et de prairies (29%). Les surfaces cultivées représentent en moyenne 35 % de la surface des tronçons (Figure 7.94 et 7.95). Ces vallées forment des paysages ruraux, avec un habitat très dispersé (3 % de la superficie des tronçons) en faible contraste avec leur environnement (Tableau 7.60). Elles sont drainées par des ruisseaux, dont la pente hydrographique est de 2,28 m/km.

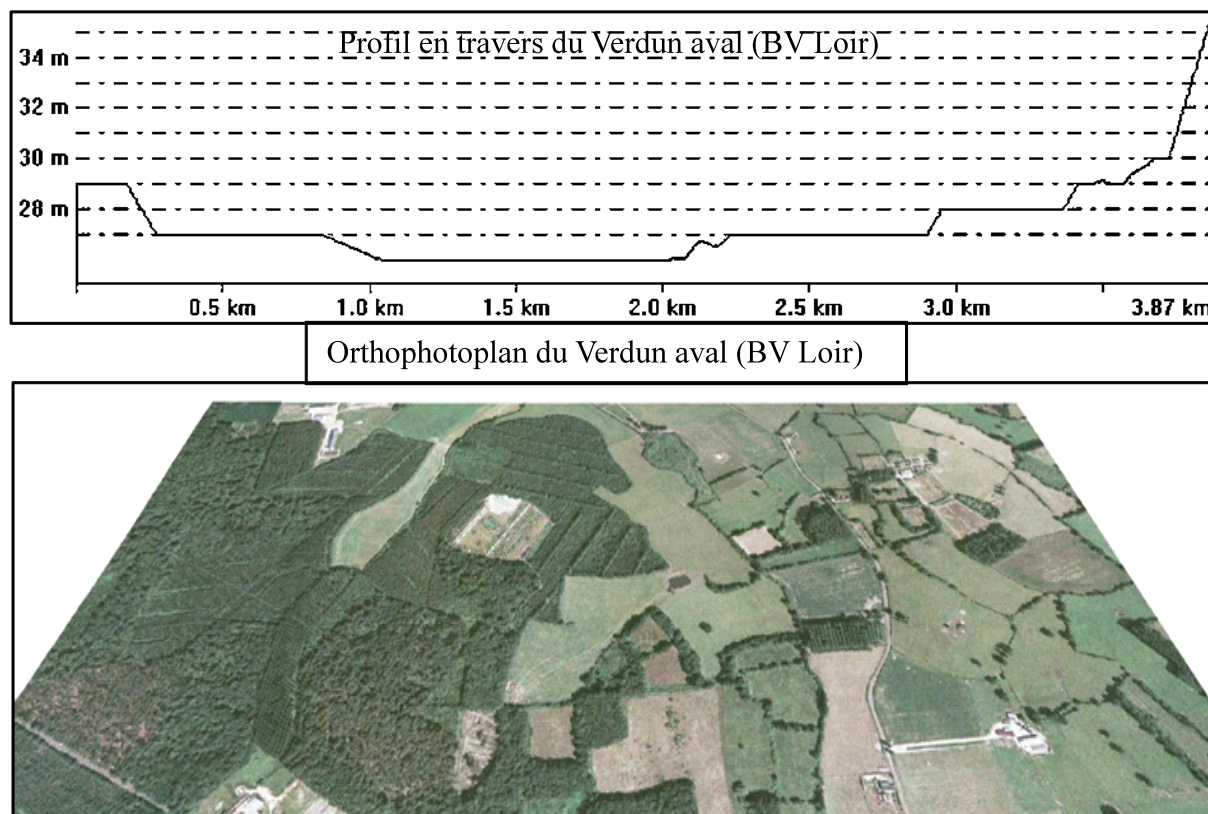


Figure 7.94- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères, exemple la vallée du Verdun aval (BV Loir).

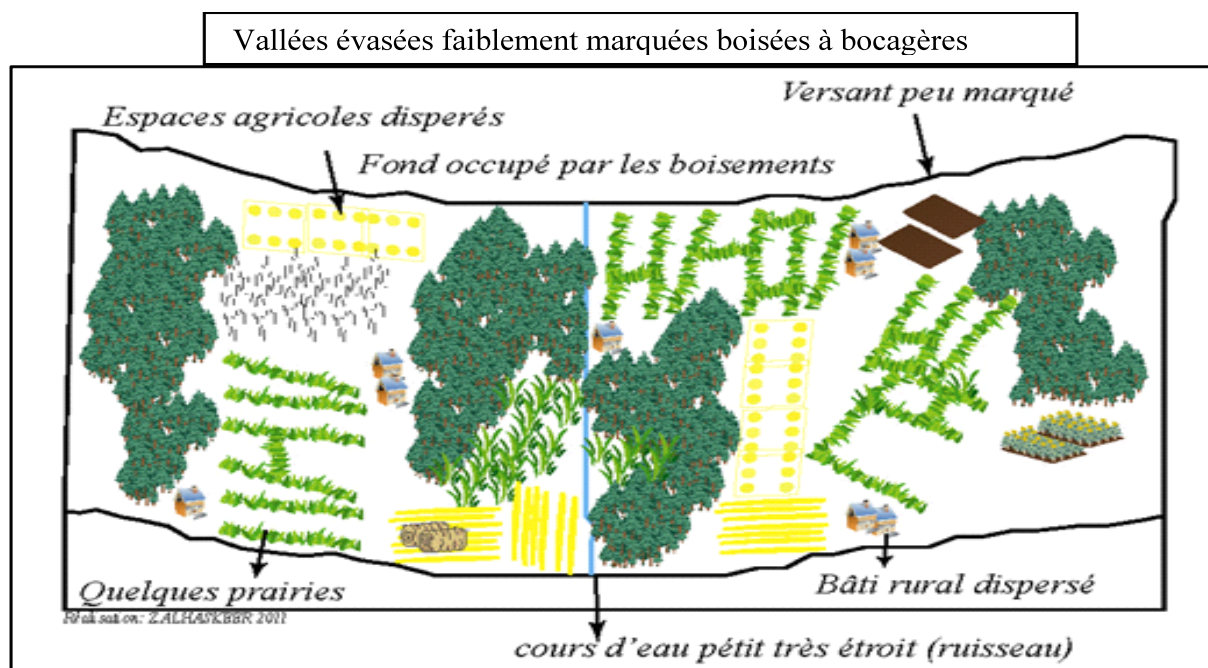


Figure 7.95- Schéma d'une vallée évasée faiblement marquée boisée à bocagère.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Vive Parence aval	Huisne	Affluent gauche de la Morte Parence	1,15	2-5	471	8,56	1,87
Le Gadelin	Loir	Affluent gauche de l'Aune	1,20	2-3	482	3,38	4,74
Le Rodiveau	Loir	Affluent droit du Loir	0,99	2-6	505	12,48	1,04
Le Verdun aval	Loir	Entre Saint-Quentin-lès-Beaurepaire et la confluence avec Le Loir	1,31	2-5	1416	5,75	1,74
Ruisseau de l'Abbaye	Loir	Affluent droit de la Conie	1,53	2-3	106	3,90	2,82
Ruisseau de la Fillère	Loir	Affluent droit du Loir	1,31	2-6	531	5,24	1,14
Ruisseau de Loubinière	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,85	2-3	96	4,17	2,40
Ruisseau de Suette	Loir	Affluent gauche du Loir	2,03	2-7	174	3,55	5,07
Ruisseau de Mortrie	Mayenne	Affluent gauche des Deux Evailles	1,54	2-5	111	1,20	2,50
L'Orne Champenoise aval	Sarthe	Entre Saint-Georges-du-Bois et confluence avec La Sarthe	2,22	2-8	338	11,93	1,26
La Pervenche	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	0,59	2-5	320	8,64	1,16
La Vézonne moyenne	Sarthe	Affluent droit de La Sarthe	0,72	2-5	344	2,99	2,67
Le Fassard	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	1,86	2-7	411	9,23	2,27
Le Piron	Sarthe	Affluent droit de La Sarthe	1,84	2-5	785	9,02	1,77
Le Rhonne	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	1,12	2- 4	357	8,69	3,45
Le Sarthon	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	0,75	2- 4	387	3,56	1,97
Le Vézanne	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	1,79	2-5	214	14,99	2,63
Ruisseau de Roule Crottes	Sarthe	Affluent gauche de La Sarthe	0,65	2- 4	381	12,14	2,39
Ruisseau des Plesses	Sarthe	Affluent gauche de la Voutonne	1,12	2- 4	263	7,50	1,60

*Tableau 7.61- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.*

Dans ce type, les vallées ont des versants en pente très faible (moins de 2°) (sauf ruisseau de Suette et l'Orne Champenoise aval). Elles sont peu profondes (moins de 10m) et leurs longueurs sont très variables (moins 15 km). L'occupation du sol y est peu différenciée entre le fond et les versants. Les bois les occupent majoritairement (Tableau 7.62) (Figure 7.97). Les prairies sont présentes, le maillage bocager recouvre l'ensemble de ces tronçons. Les cultures sont également présentes (35 %). L'habitat est dispersé et peu important (3 %).



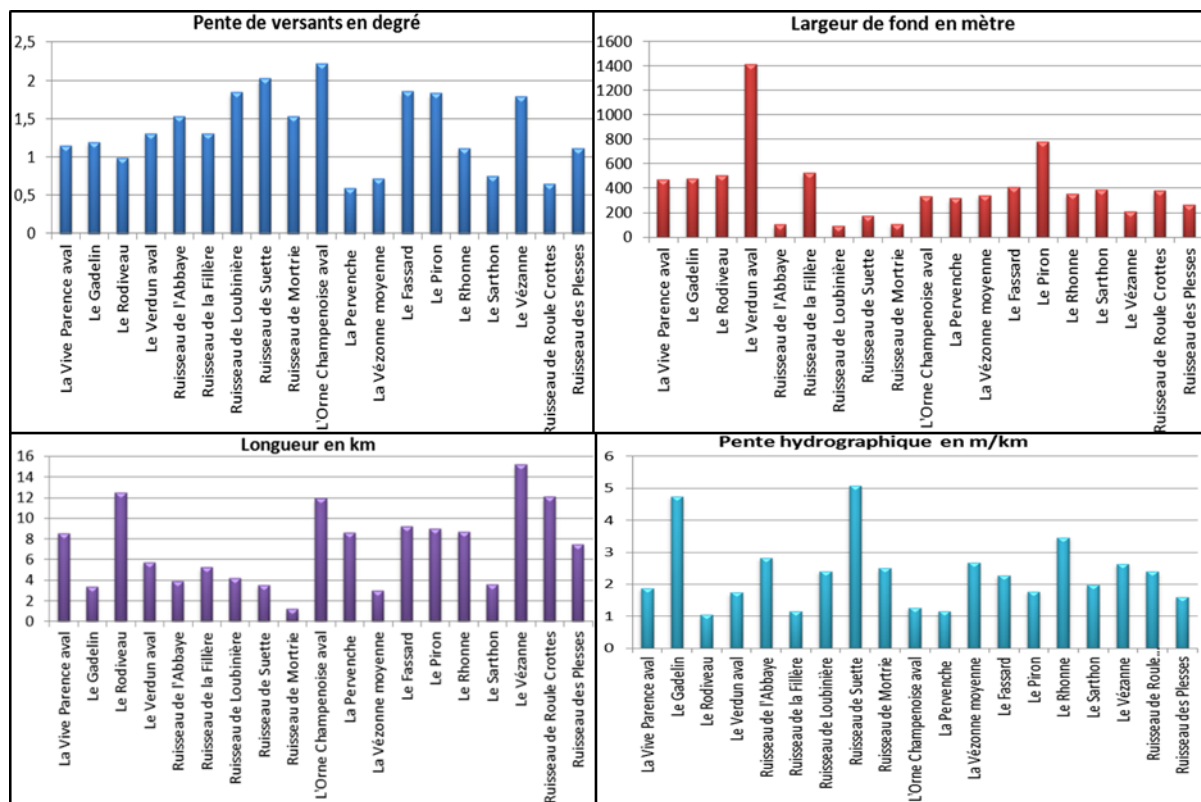


Figure 7.96- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Vive Parence aval	0,25	0,55	27,88	44,79	28,27	23,19	40,21	31,25
Le Gadelin	0,37	3,61	35,37	43,91	16,44	13,62	47,30	38,77
Le Rodiveau	0,69	0,37	23,50	32,70	19,47	28,97	54,99	37,39
Le Verdun aval	1,64	0,99	32,90	43,54	25,89	14,74	38,71	39,18
Ruisseau de l'Abbaye	0,00	0,29	54,35	51,76	1,62	5,10	44,03	42,85
Ruisseau de la Fillère	1,82	1,25	49,62	19,48	3,10	1,19	43,98	75,57
Ruisseau de Loubinière	0,00	0,33	52,43	50,28	23,15	5,32	24,42	44,07
Ruisseau de Suette	13,35	15,15	40,77	49,94	22,04	15,18	21,15	17,12
Ruisseau de Mortrie	0,00	0,99	35,21	38,23	60,57	59,35	4,22	1,43
L'Orne Champenoise aval	5,29	6,89	42,44	44,83	34,72	27,12	14,24	17,77
La Pervenche	1,08	0,51	16,98	24,46	59,03	63,08	19,49	9,67
La Vézonne moyenne	0,83	2,78	10,15	30,64	28,48	61,47	59,54	5,11
Le Fassard	0,68	2,32	36,81	45,07	23,65	31,14	37,60	20,62
Le Piron	5,32	5,37	34,58	43,51	34,34	30,60	20,04	19,38
Le Rhonne	0,79	0,68	29,96	42,24	12,36	14,42	56,34	41,69
Le Sarthon	0,18	0,29	31,43	31,04	39,04	64,89	27,39	1,39
Le Vézanne	1,78	8,32	34,58	36,74	23,62	21,17	37,74	32,10
Ruisseau de Roule Crottes	10,53	8,62	36,28	40,73	15,11	7,56	37,09	41,41
Ruisseau des Plesses	3,51	6,03	15,58	26,28	37,97	33,50	42,73	33,60

Tableau 7.62- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.

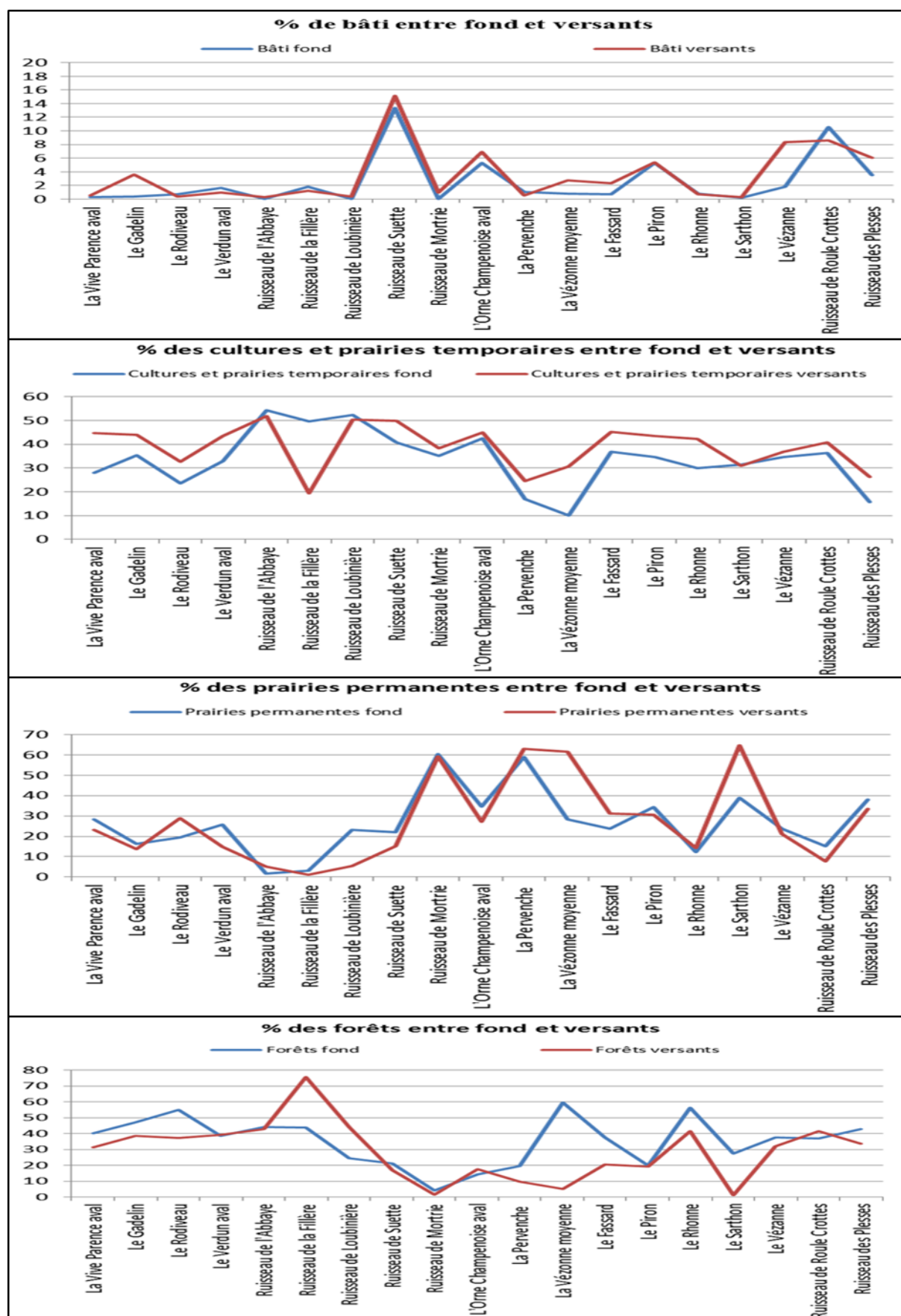
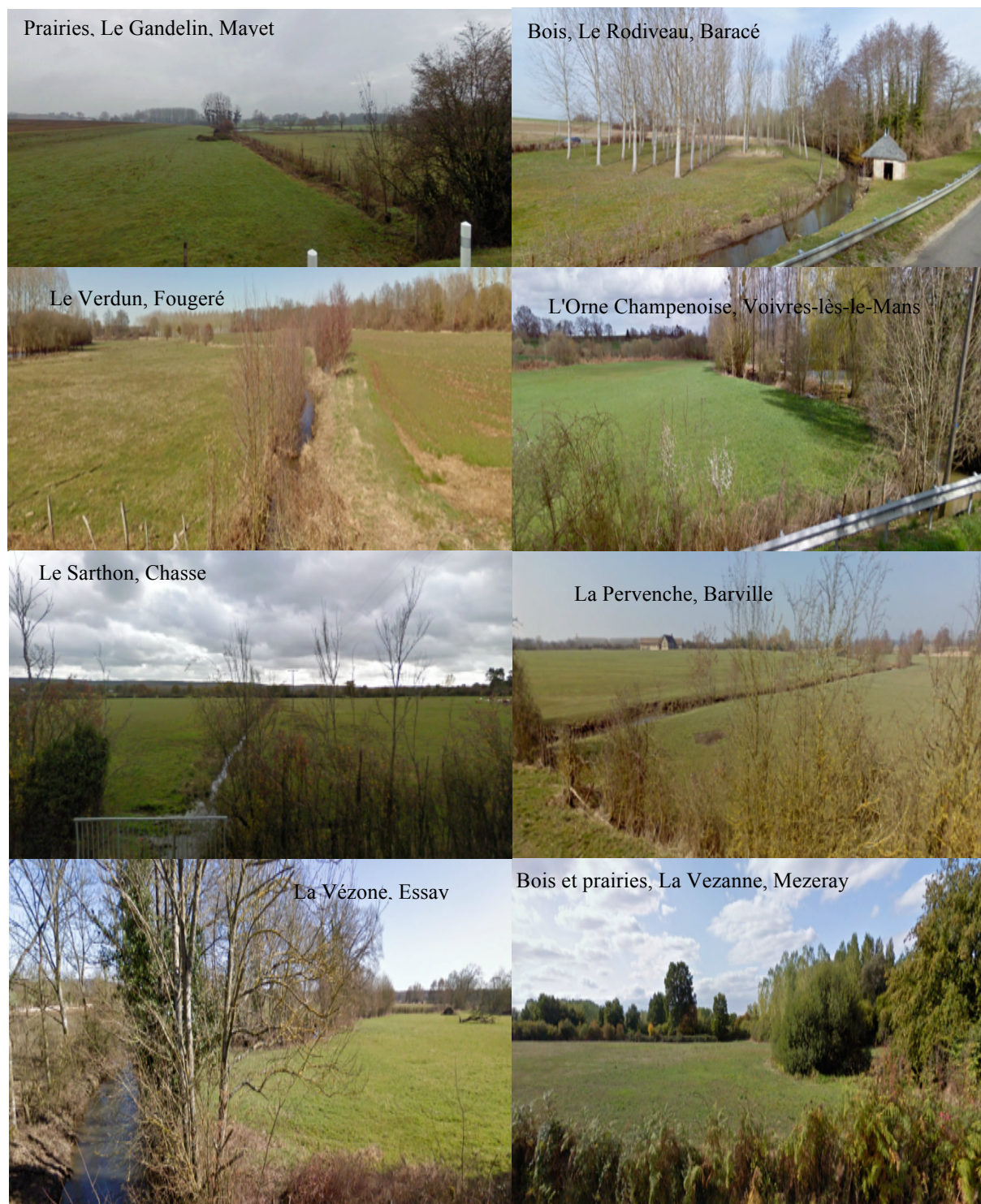


Figure 7.97- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.



Les surfaces cultivées et les surfaces en herbe occupent chacune moins de 40 % (sauf ruisseau de l'Abbaye, ruisseau de Loubinière, ruisseau de Suette, l'Orne Champenoise aval, le Fassard et le Piron) (Photographie 7.20).



*Photographie 7.20- Illustrations photographiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères.*

Les vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères forment des paysages peu singuliers. Ce sont des petites vallées, qui ne sont pas mentionnées dans les atlas des paysages.

### 7.7.2. Vallées évasées faiblement marquées cultivées «E1.2. »

Ces 24 tronçons présentent des reliefs peu marqués (pente moyenne des versants proches de 1°) avec des fonds étroits. Ces tronçons présentent 4,37 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Figure 7.99). La majorité de ces vallées est située dans le bassin du Loir (plus 90 % des tronçons (Tableau 7.63). Ces tronçons correspondent aux petits affluents des vallées de l'Aigre et de la Conie (Figure 7.98 et 7.100).

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des grandes cultures (82 %). Prairies et bois n'occupent que de petites superficies. Les contrastes sont réduits avec les plateaux environnants. (Tableau 7.63).

Caractéristiques moyennes de vallées évasées faiblement marquées cultivées  
(24 tronçons, soit 4,37% des vallées)

E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	0,77
Pente moyenne de versant	0,98
Largeur moyenne du tronçon en mètre	190
Largeur moyenne du fond en mètre	148
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	78
Part de la surface occupée par le versant en %	22
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,15
Pente hydrographique en m/km	1,68

E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	3,40	2,06	4,87	3,43
% de bois	7,52	8,72	5,93	5,89
% de cultures	82,26	82,79	82,38	88,00
% de prairies	6,64	6,25	6,67	2,25
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	8,45			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	1			

Tableau 7.63- Caractéristiques moyennes des vallées évasées faiblement marquées cultivées.

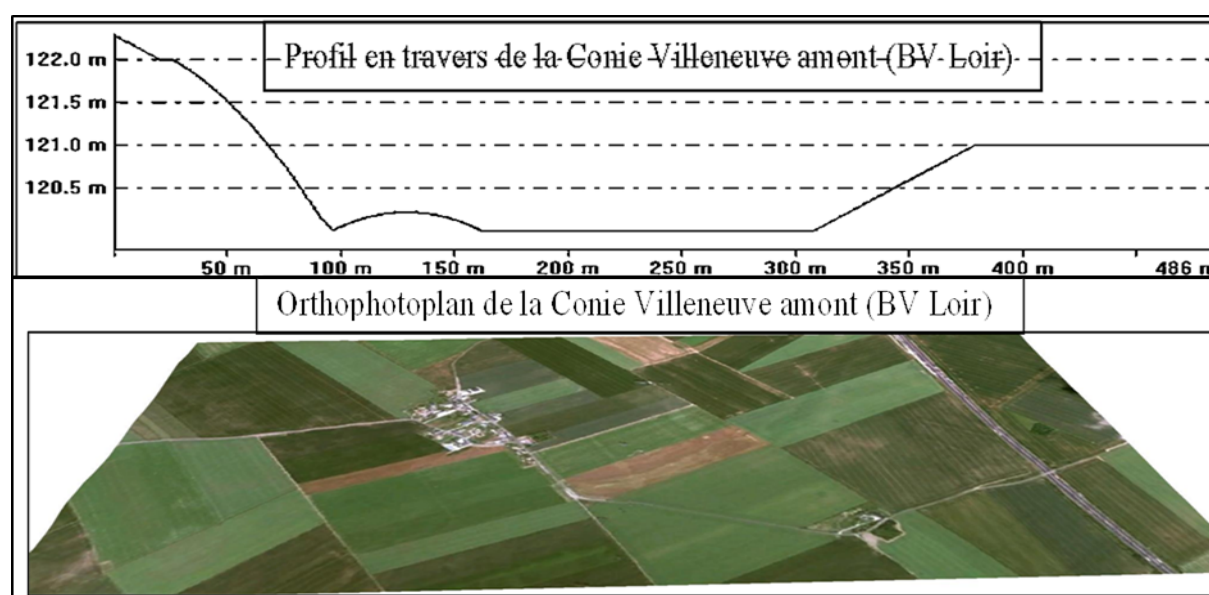


Figure 7.98- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées faiblement marquées cultivées, exemple la vallée de la Conie Villeneuve amont (BV Loir).



### Tronçons des vallées évasées faiblement marquées cultivées du BV de la Maine

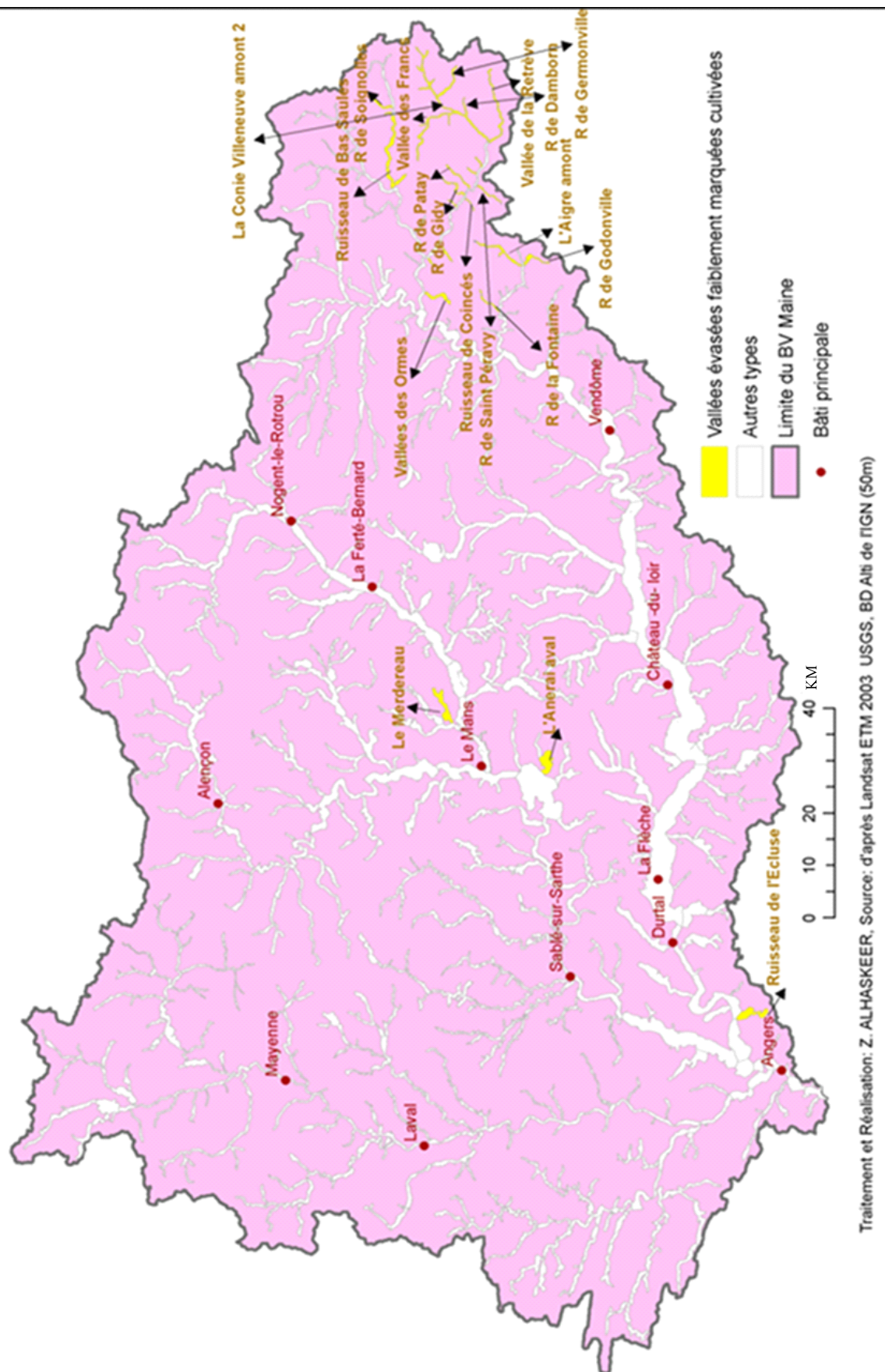


Figure 7.99- Localisation des vallées évasées faiblement marquées cultivées.



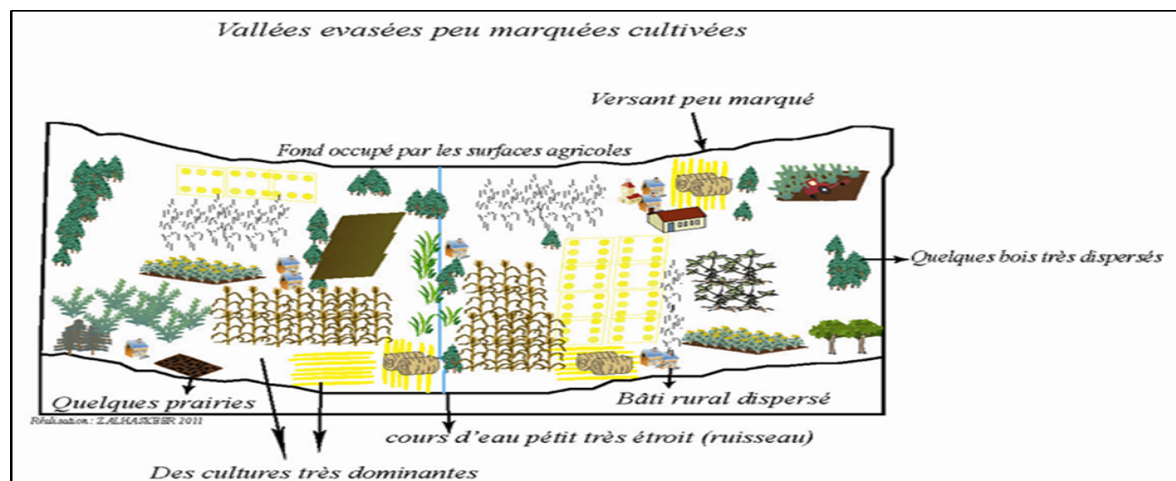


Figure 7.100- Schéma d'une vallée évasée faiblement marquée cultivée.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Le Merdereau	Huisne	Affluent gauche de la Morte Parente	1,10	2-4	399	7,82	1,41
L'Aigre amont	Loir	Entre la source et Tripleville	0,85	2-3	125	10,72	1,03
La Conie Villeneuve amont 2	Loir	Entre la source et Villeneuve-sur-Conie	0,50	2-3	149	27,41	0,15
Ruisseau de Bas Saules	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,39	2-3	140	14,98	0,45
Ruisseau de Boulay	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	1,19	2-3	144	2,10	1,90
Ruisseau de Coincés	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	0,86	2-3	60	3,10	1,93
Ruisseau de Damborn	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	0,46	2-3	65	3,59	0,56
Ruisseau de Gauvilliers	Loir	Affluent droit de ruisseau de Bas Saules	0,49	2-3	55	1,49	2,01
Ruisseau de Germonville	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	0,49	2-3	75	7,63	0,52
Ruisseau de Gidy	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	0,76	2-3	65	7,48	1,34
Ruisseau de Godonville	Loir	Affluent gauche de l'Aigre	1,03	2-3	120	5,98	1,67
Ruisseau de Huêtre	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	1,58	2-3	60	2,03	4,44
Ruisseau de l'Ecluse	Loir	Affluent gauche du Loir	0,84	2-3	580	5,83	1,72
Ruisseau de la Fontaine	Loir	Affluent droit de l'Aigre	1,40	2-3	130	5,71	3,50
Ruisseau de Patay	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	0,88	2-3	112	6,64	0,75
Ruisseau de Saint Péray	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	0,68	2-3	115	6,29	0,32
Ruisseau de Soignolles	Loir	Affluent droit de ruisseau de Bas Saules	0,81	2-3	90	4,16	1,44
Ruisseau de Sougy	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	0,62	2-3	60	1,97	1,52
Ruisseau de Spoy	Loir	Affluent gauche de la Conie	2,22	2-4	80	1,80	5,55
Vallée de la Retrève	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	0,57	2-3	140	16,54	0,42
Vallée de Puerthe	Loir	Affluent gauche de la Conie Villeneuve	1,64	2-3	75	3,92	3,06
Vallée des Francs	Loir	Affluent droit de la Conie Villeneuve	0,24	2-3	149	14,60	0,26
Vallées des Ormes	Loir	Affluent gauche de la Conie	0,84	2-3	140	6,01	2,66
L'Anerai aval	Sarthe	Entre La Veau et la confluence avec la Sarthe	2,21	2-6	450	3,66	1,91

Tableau 7.64- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées faiblement marquées cultivées.

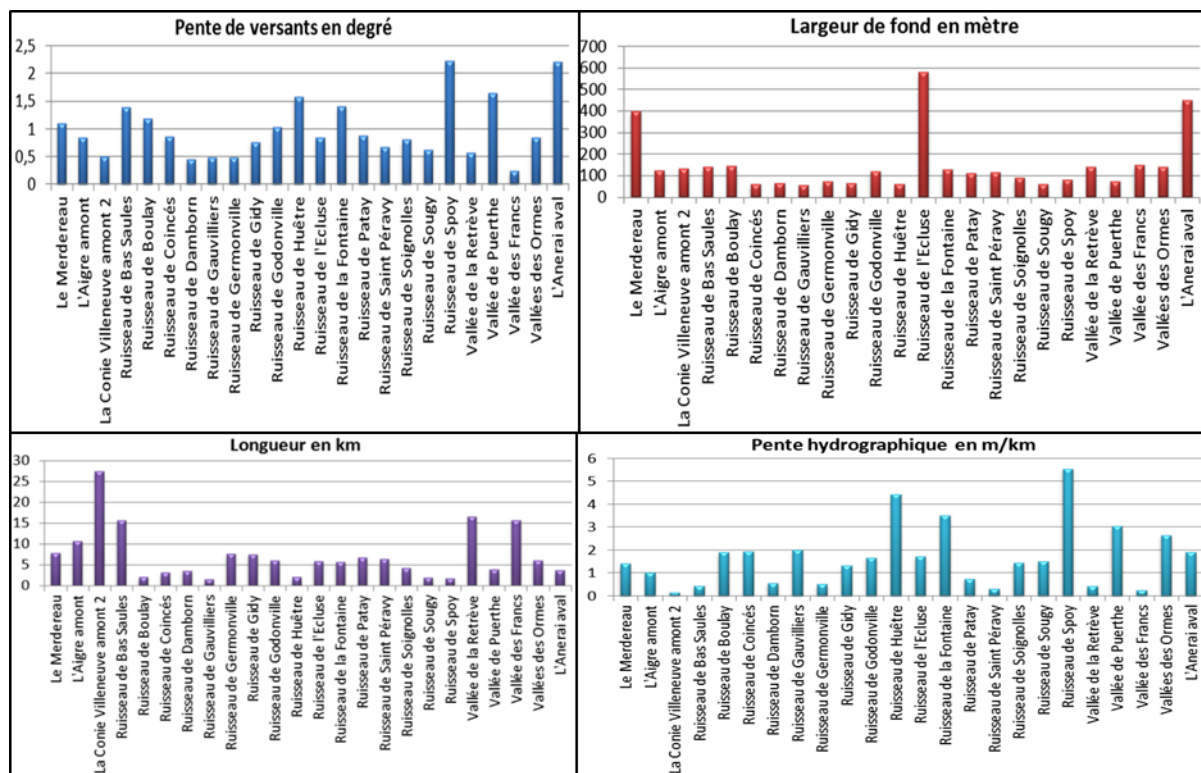


Figure 7.101- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées cultivées.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Le Merdereau	2,70	1,09	42,77	50,02	25,28	21,25	28,88	27,25
L'Aigre amont	4,05	4,45	91,82	89,30	0,00	2,58	4,13	3,67
La Conie Villeneuve amont 2	0,55	5,64	80,75	79,45	2,75	14,02	15,95	0,88
Ruisseau de Bas Saules	0,00	2,62	77,23	67,75	8,58	14,17	14,18	15,46
Ruisseau de Boulay	0,00	0,59	95,63	92,36	4,37	4,70	0,00	2,34
Ruisseau de Coincés	0,00	0,28	100,00	98,87	0,00	0,85	0,00	0,00
Ruisseau de Damborn	0,00	8,92	67,33	72,95	24,00	15,81	8,67	2,32
Ruisseau de Gauvilliers	0,00	0,30	98,12	92,39	1,88	7,31	0,00	0,00
Ruisseau de Germonville	0,00	6,00	80,66	73,49	9,09	17,61	10,25	2,89
Ruisseau de Gidy	0,17	1,09	97,25	98,43	0,06	0,18	2,52	0,30
Ruisseau de Godonville	1,66	5,27	98,08	91,05	0,02	1,29	0,24	1,50
Ruisseau de Huêtre	2,75	4,11	97,25	94,28	0,00	0,19	0,00	1,42
Ruisseau de l'Ecluse	14,65	27,20	42,17	53,57	24,43	8,60	15,76	9,69
Ruisseau de la Fontaine	2,20	0,69	78,69	86,20	0,24	0,99	18,87	12,12
Ruisseau de Patay	11,58	5,15	88,01	89,72	0,41	5,13	0,00	0,00
Ruisseau de Saint Pérvy	0,06	6,06	99,94	91,70	0,00	0,12	0,00	2,12
Ruisseau de Soignolles	0,00	0,00	96,51	93,33	3,49	6,67	0,00	0,00
Ruisseau de Sougy	0,00	0,51	91,48	99,07	0,00	0,42	8,52	0,00
Ruisseau de Spoy	3,60	4,49	92,24	92,94	0,33	1,73	3,83	0,84
Vallée de la Retrève	0,00	4,33	58,28	52,78	11,58	12,94	30,14	29,95
Vallée de Puerthe	0,20	7,17	91,67	89,40	1,01	0,21	7,12	3,22
Vallée des Francs	0,19	8,62	78,47	77,84	8,25	8,66	13,08	4,88
Vallées des Ormes	3,39	6,41	94,33	90,80	2,25	0,83	0,03	1,96
L'Anerai aval	1,78	5,98	48,48	59,56	22,06	13,97	27,25	19,67

Tableau 7.65- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées faiblement marquées cultivées.

Ces tronçons présentent des paysages d'openfield et la plupart des vallées appartiennent à la Beauce (atlas des paysages d'Eure-et-Loir, 2008 et atlas de l'environnement du Loiret, 2006) (Photographie 7.21).

Ainsi, ces vallées forment des paysages agricoles où la grande culture se démarque avec quelques bois et prairies.



*Photographie 7.21- Illustrations photographiques des vallées évasées faiblement marquées cultivées.*



### 7.7.3. Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères « E2.1. »

Les 11 tronçons présentent des reliefs peu marqués (pente moyenne des versants est moins de 1,7°) avec des fonds moyennement étroits. Ces tronçons présentent 2,00 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Tableau 7.66). La forme de ces vallées est liée à leur position en têtes de bassin versant (partie amont de la Jouanne, de la Varenne, de la Vive Parence, de l'Aune, de la Marconne et du Réveillon) (Figure 7.103).

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des bois (33 %) et des prairies (31%). Les surfaces cultivées occupent 31 % de la surface des tronçons.

Ces vallées forment des paysages ruraux, dont l'habitat est très dispersé et qui présente 3 % de la superficie des tronçons (Figure 7.102 et 7.104). Comme précédemment, les contrastes avec les plateaux environnants sont faibles. (Tableau 7.66).

#### Caractéristiques moyennes de vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères (11 tronçons, soit 2,00% des vallées)

E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,34
Pente moyenne de versant	1,64
Largeur moyenne du tronçon en mètre	610
Largeur moyenne du fond en mètre	225
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	37
Part de la surface occupée par le versant en %	63
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,14
Pente hydrographique en m/km	2,25

E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,56	2,56	2,53	2,40
% de bois	32,94	34,35	31,26	30,16
% de cultures	31,14	28,58	33,25	39,14
% de prairies	31,02	31,49	30,70	26,56
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	47,26			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	2			

Tableau 7.66- Caractéristiques moyennes des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères.

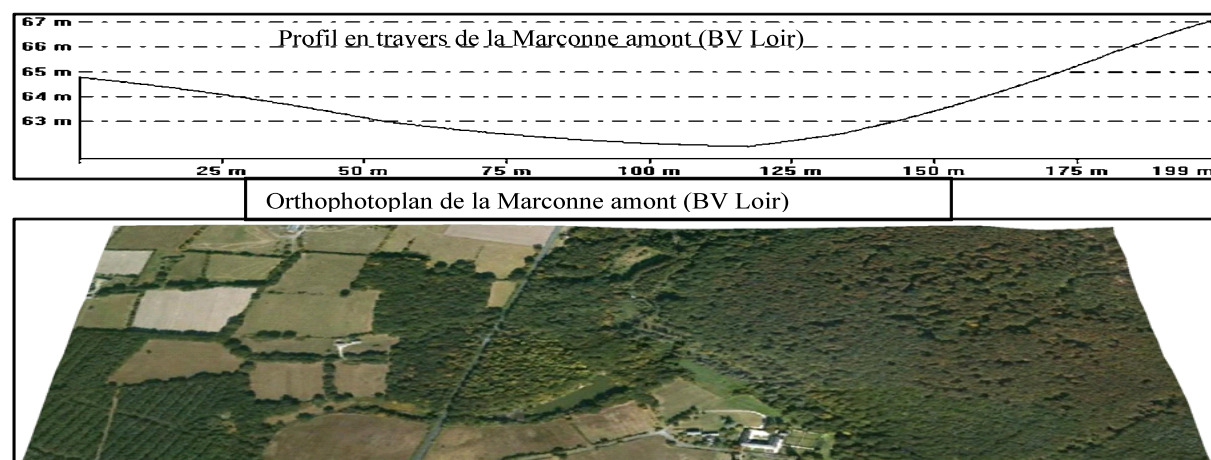


Figure 7.102- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères, exemple la vallée de la Marconne amont (BV Loir).

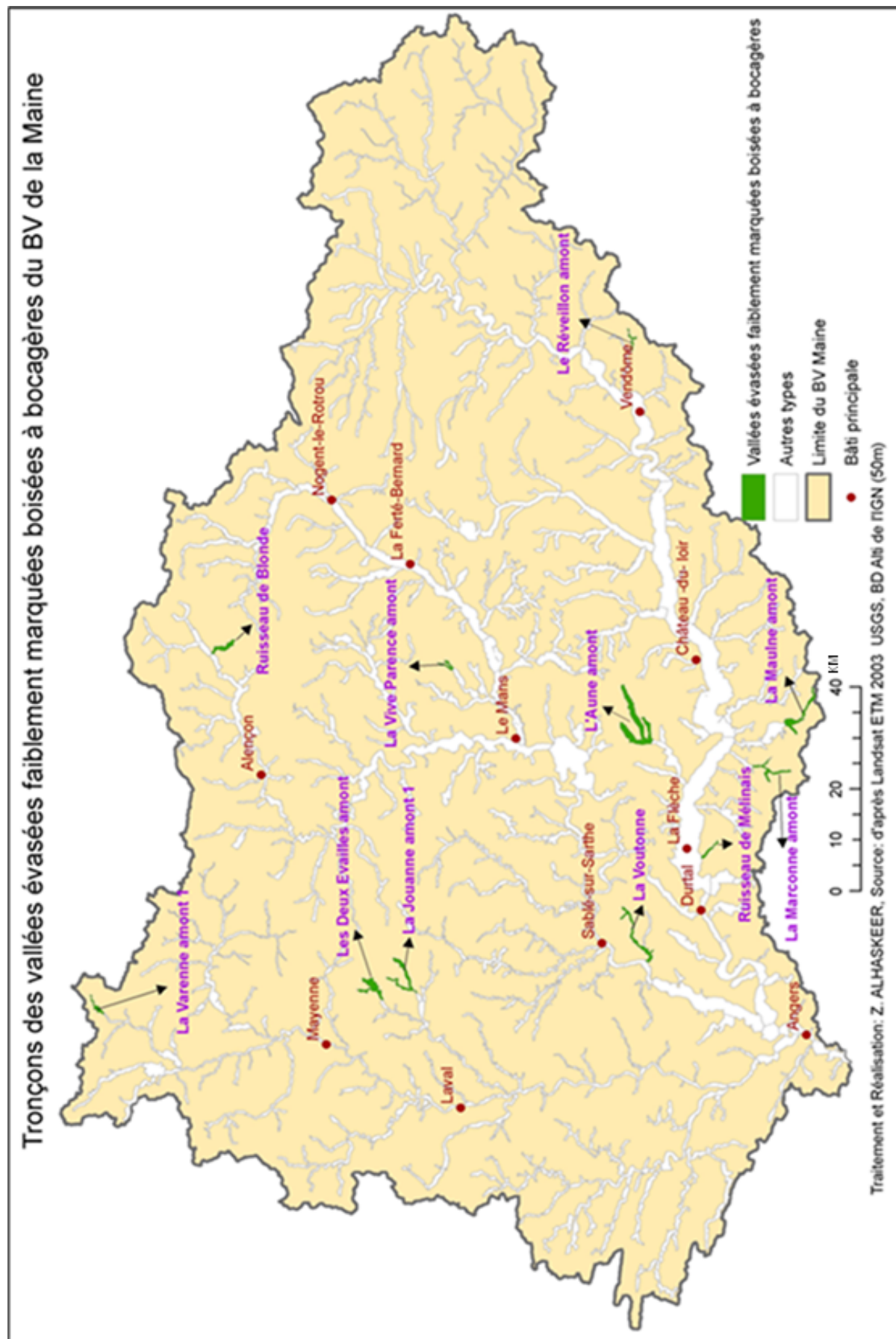


Figure 7.103- Localisation des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères.



### Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères

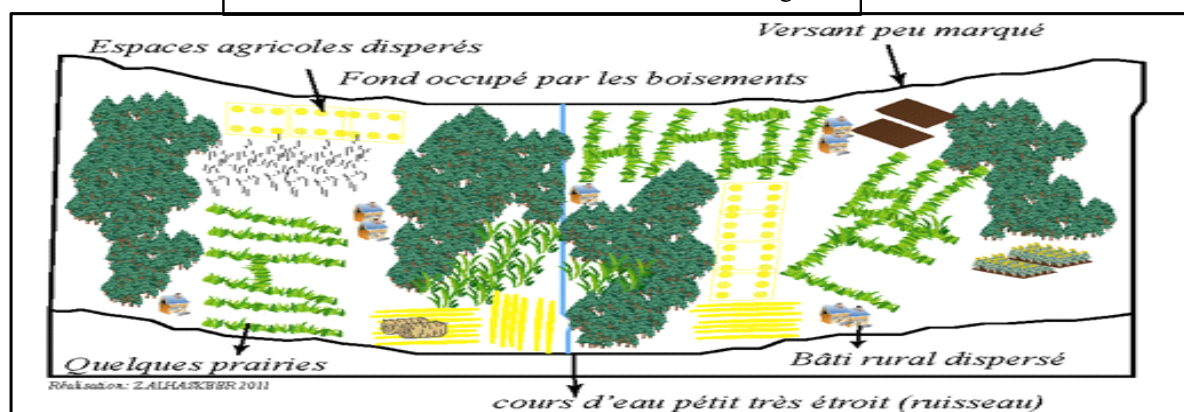


Figure 7.104- Schéma d'une vallée évasée des têtes de bassins boisée à bocagère.

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Vive Parence amont	Huisne	Affluent gauche de la Morte Parence	1,42	2-4	165	3,26	4,30
L'Aune amont	Loir	Entre la source et Pontvallain	1,15	2-3	375	7,25	1,38
La Marconne amont	Loir	Entre la source et le Moulin Neuf	2,46	2-8	125	7,98	2,76
La Maulne amont	Loir	Entre la source et Les Chartes	2,17	2-5	219	11,46	3,40
Le Réveillon amont	Loir	Entre la source et La Chauvinière	2,53	2-6	125	4,89	2,25
Ruisseau de Mélinais	Loir	Affluent gauche du Loir	2,52	2-8	175	4,40	1,82
La Jouanne amont 1	Mayenne	Entre la source et Neau	1,39	2-4	135	9,25	2,70
La Varenne amont 1	Mayenne	Entre la source et la Fonte	1,09	2-3	337	4,84	0,83
Les Deux Evailles amont	Mayenne	Affluent droit de la Jouanne	0,75	2-3	173	5,95	2,69
La Voutonne	Sarthe	Affluent gauche de la Sarthe	1,44	2-5	284	14,01	1,50
Ruisseau de Blonde	Sarthe	Affluent gauche de la Sarthe	1,15	2-5	365	5,22	1,15

Tableau 7.67- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères.

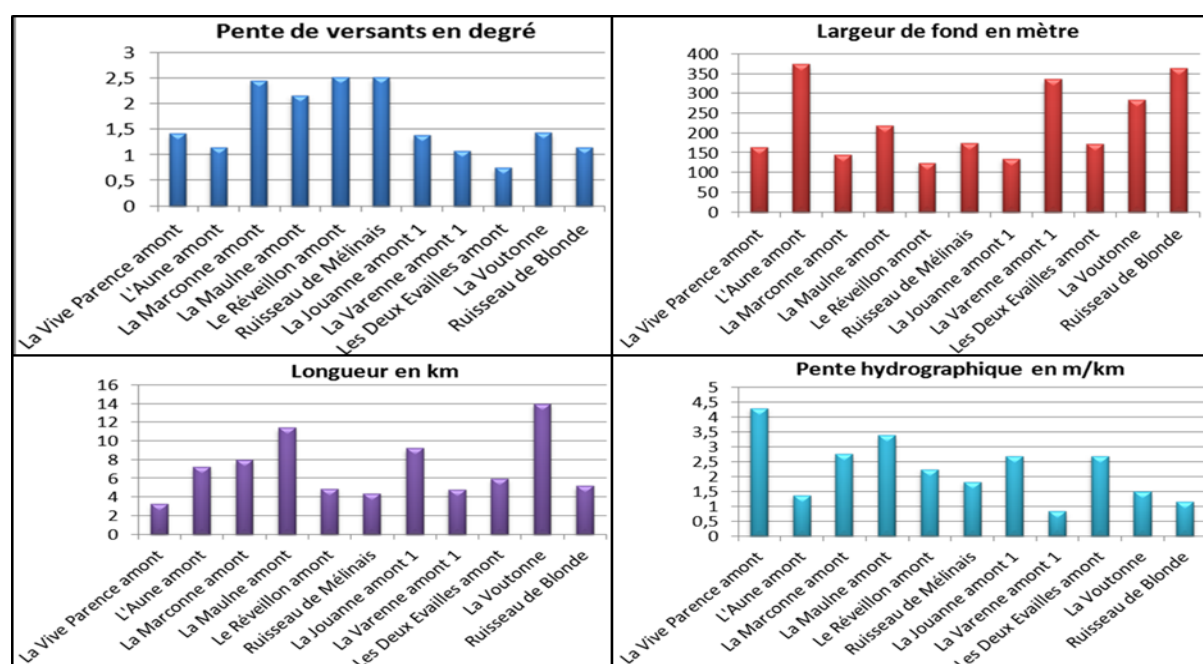


Figure 7.105- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagère.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Vive Parence amont	1,19	0,79	28,84	41,43	27,83	21,07	41,26	35,53
L'Aune amont	0,50	0,70	11,47	18,96	12,41	11,58	74,75	68,53
La Marconne amont	6,37	7,96	20,21	35,35	11,44	10,96	53,38	41,93
La Maulne amont	6,75	7,21	32,34	37,67	19,41	17,70	38,03	35,55
Le Réveillon amont	3,15	3,64	46,61	54,76	1,64	11,05	48,60	30,55
Ruisseau de Mélinais	0,00	0,22	26,91	30,50	28,75	23,23	43,62	45,87
La Jouanne amont 1	3,83	2,87	23,02	29,48	58,67	54,67	13,62	11,99
La Varenne amont 1	1,92	1,62	61,02	50,10	26,46	28,70	5,71	9,43
Les Deux Evailles amont	0,78	0,32	20,22	12,42	41,85	42,35	29,09	42,85
La Voutonne	1,00	0,92	30,17	35,36	50,23	49,14	14,73	12,52
Ruisseau de Blonde	2,76	1,62	13,59	19,75	67,78	67,30	15,06	9,19

*Tableau 7.68- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères.*

Les fonds de vallées et les versants, sont le plus fréquemment occupés par des bois (55 à 75%). Un tiers des surfaces est occupé par des prairies.



*Photographie 7.22- Illustrations photographiques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères.*

Enfin, ces vallées sont caractérisées par des reliefs simples et une occupation par des bois et des prairies. Les haies des bocages sont peu denses. Ces vallées ne sont pas prises en compte dans les atlas des paysages.

#### 7.7.4. Vallées évasées des têtes de bassins cultivées « E2.2. »

Ces 14 tronçons présentent des reliefs peu marqués (pente moyenne des versants moins de 1,6°) avec des fonds étroits. Ces tronçons présentent 2,55 % de l'ensemble des vallées du BV de la Maine (Tableau 7.69). Tous ces tronçons sont situés dans le bassin versant du Loir, sauf l'Anerai amont qui est située dans le bassin versant de la Sarthe (Figure 7.106).

#### Caractéristiques moyennes des vallées évasées des têtes de bassins cultivées (14 tronçons, soit 2,55% des vallées)

E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,26
Pente moyenne de versant	1,52
Largeur moyenne du tronçon en mètre	355
Largeur moyenne du fond en mètre	127
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	36
Part de la surface occupée par le versant en %	64
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,17
Pente hydrographique en m/km	2,11

E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	2,07	1,70	2,28	1,99
% de bois	5,50	6,43	4,69	3,96
% de cultures	83,28	82,31	84,30	92,14
% de prairies	9,07	10,15	8,70	1,69
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	10,45			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	1			

Tableau 7.69- Caractéristiques moyennes des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des grandes cultures (83 %). C'est un paysage d'openfield apparenté à celui de la Beauce. Ces vallées forment des paysages ruraux, où l'habitat est très dispersé (2 % de la superficie des tronçons). Ces tronçons présentent un contraste minimal avec l'extérieur dans la mesure où leur occupation du sol diffère peu des espaces environnants (Tableau 7.69).



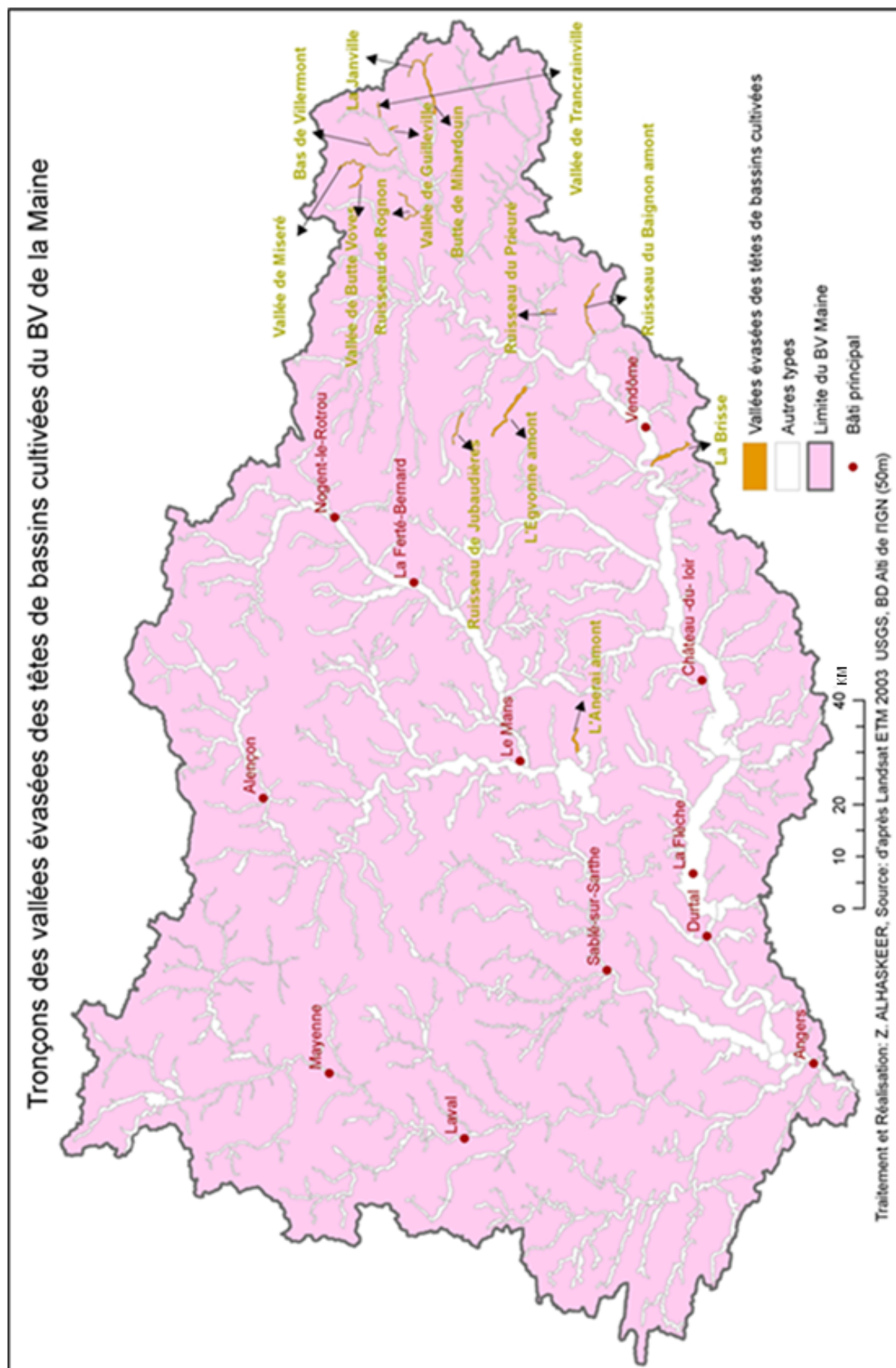


Figure 7.106- Localisation des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.

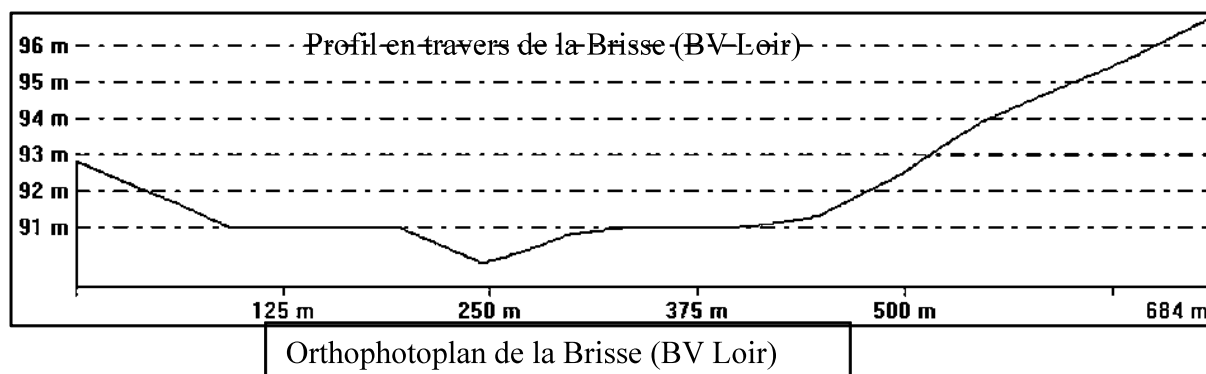


Figure 7.107- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées des têtes de bassins cultivées, exemple la vallée de la Brisse (BV Loir).

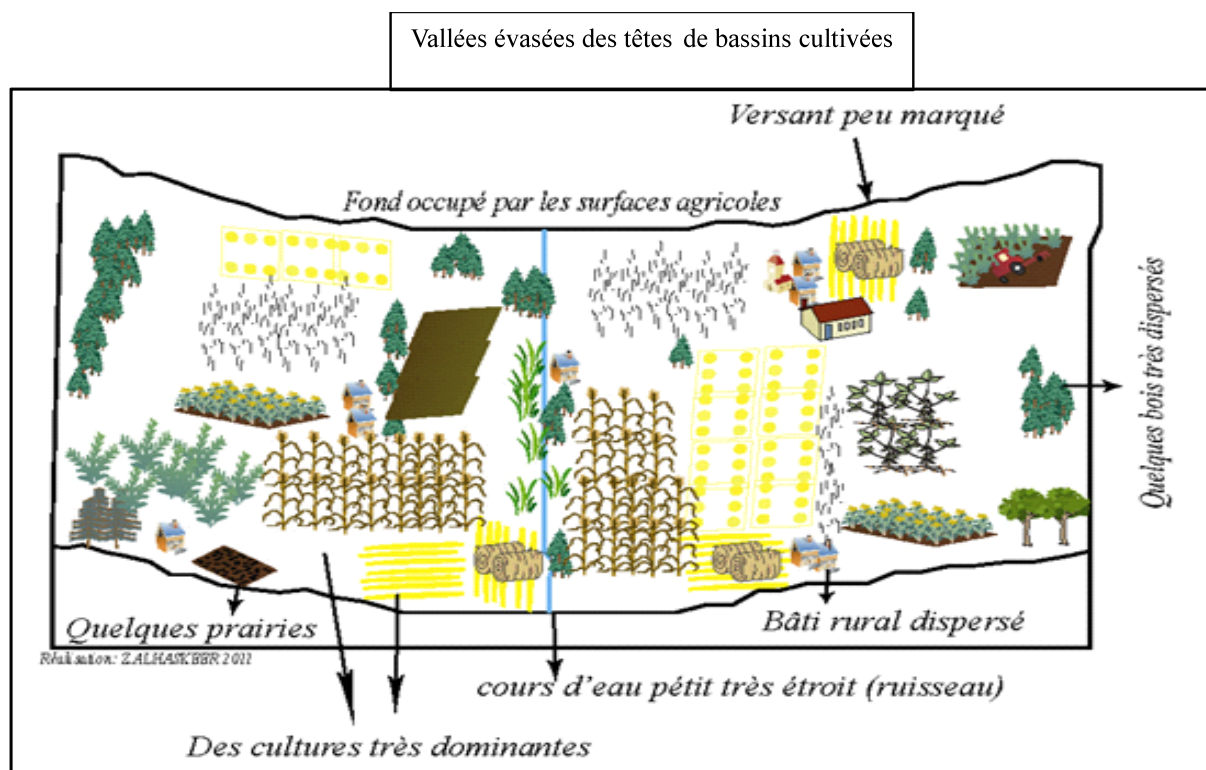


Figure 7.108- Schéma d'une vallée évasée des têtes de bassins cultivé.



Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Bas de Villermont	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,13	2-3	95	8,61	2,09
Butte de Mihardouin	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	0,70	2-3	125	10,16	0,20
L'Eggonne amont	Loir	Entre la source et Villebout	1,95	2-6	185	12,28	3,34
La Brisse	Loir	Affluent gauche du Loir	2,51	2-8	250	8,77	2,85
La Janville	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	0,54	2-3	80	5,85	0,51
Ruisseau de Jubaudières	Loir	Affluent droit de l'Yerre	2,06	2-6	70	6,78	3,98
Ruisseau de Rognon	Loir	Affluent droit de la Conie Fontenay	0,89	2-3	85	6,11	1,47
Ruisseau du Baignon amont	Loir	Affluent gauche du Loir	1,32	2-4	120	11,43	0,96
Ruisseau du Prieuré	Loir	Affluent gauche de l'Aigre	1,93	2-6	90	3,78	3,18
Vallée de Butte Voves	Loir	Affluent droit de la Conie Fontenay	1,00	2-3	130	5,71	0,87
Vallée de Guilleville	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,60	2-4	80	1,86	3,22
Vallée de Miséré	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,11	2-3	110	6,46	1,55
Vallée de Trancrainville	Loir	Affluent gauche de la Conie Fontenay	1,41	2-4	85	3,16	2,53
L'Anerai amont	Sarthe	Entre la source et La Veau	1,14	2-3	280	5,18	2,89

Tableau 7.70- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.

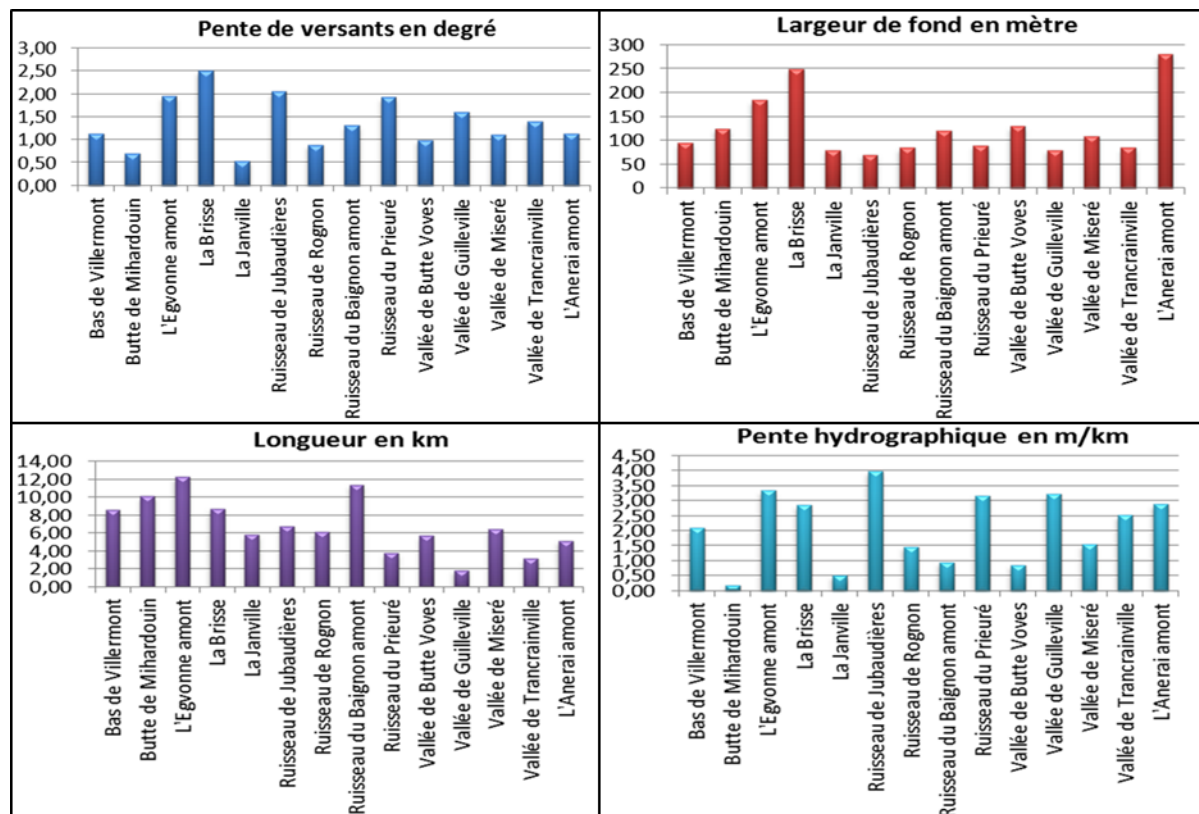


Figure 7.109- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Bas de Villermont	0,00	0,35	95,79	90,47	4,21	8,11	0,00	1,06
Butte de Mihardouin	0,00	1,15	96,07	92,64	3,93	5,99	10,69	0,23
L'Eggonne amont	1,69	3,39	49,52	69,11	35,31	13,76	13,48	13,74
La Brisse	15,36	13,55	47,91	62,28	21,96	17,13	14,77	7,04
La Janville	0,00	0,64	98,75	90,58	1,25	8,78	0,00	0,00
Ruisseau de Jubaudières	0,16	0,19	78,58	72,10	15,94	11,06	5,33	16,65
Ruisseau de Rognon	0,00	0,03	86,77	81,07	3,16	4,21	10,08	14,69
Ruisseau du Baignon amont	3,88	1,79	82,11	81,04	4,40	9,18	9,21	7,97
Ruisseau du Prieuré	1,01	7,41	97,77	90,56	1,23	1,58	0,00	0,45
Vallée de Butte Voves	0,00	0,34	91,04	91,76	6,17	7,89	2,78	0,00
Vallée de Guilleville	0,00	0,00	96,66	98,67	3,34	0,30	0,00	1,03
Vallée de Miséré	0,02	0,00	99,98	97,64	0,00	1,50	0,00	0,87
Vallée de Trancrainville	0,00	0,00	88,96	92,38	10,84	7,62	0,20	0,00
L'Anerai amont	1,79	3,17	42,58	69,98	30,47	24,77	23,55	2,01

*Tableau 7.71- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.*



*Photographie 7.23- Illustrations photographiques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées.*

Le résultat de la typologie des paysages des vallées indistinctes a mis en évidence le niveau de la précision des données obtenues par nos traitements. Mais ces vallées en tant que telles présentent peu d'intérêts. Dans le paysage elles se confondent avec les plateaux environnants sauf là où leur fond ou leurs versants sont localement soulignés par des secteurs boisés.

## 7.8. Une diversité liée aux grandes basses vallées « F »

Les basses vallées sont parmi les plus originales du bassin versant de la Maine. Leurs fonds larges sont dominés par des versants en pente douce (pente moyenne des versants proche de 3°) et les pentes hydrographiques y sont très faibles (moins de 0,25 m/km).

Ces vallées qui correspondent aux basses vallées angevines comportent trois types de couverture d'occupation du sol (urbanisées, bocagères et cultivées) (Figure 7.110).

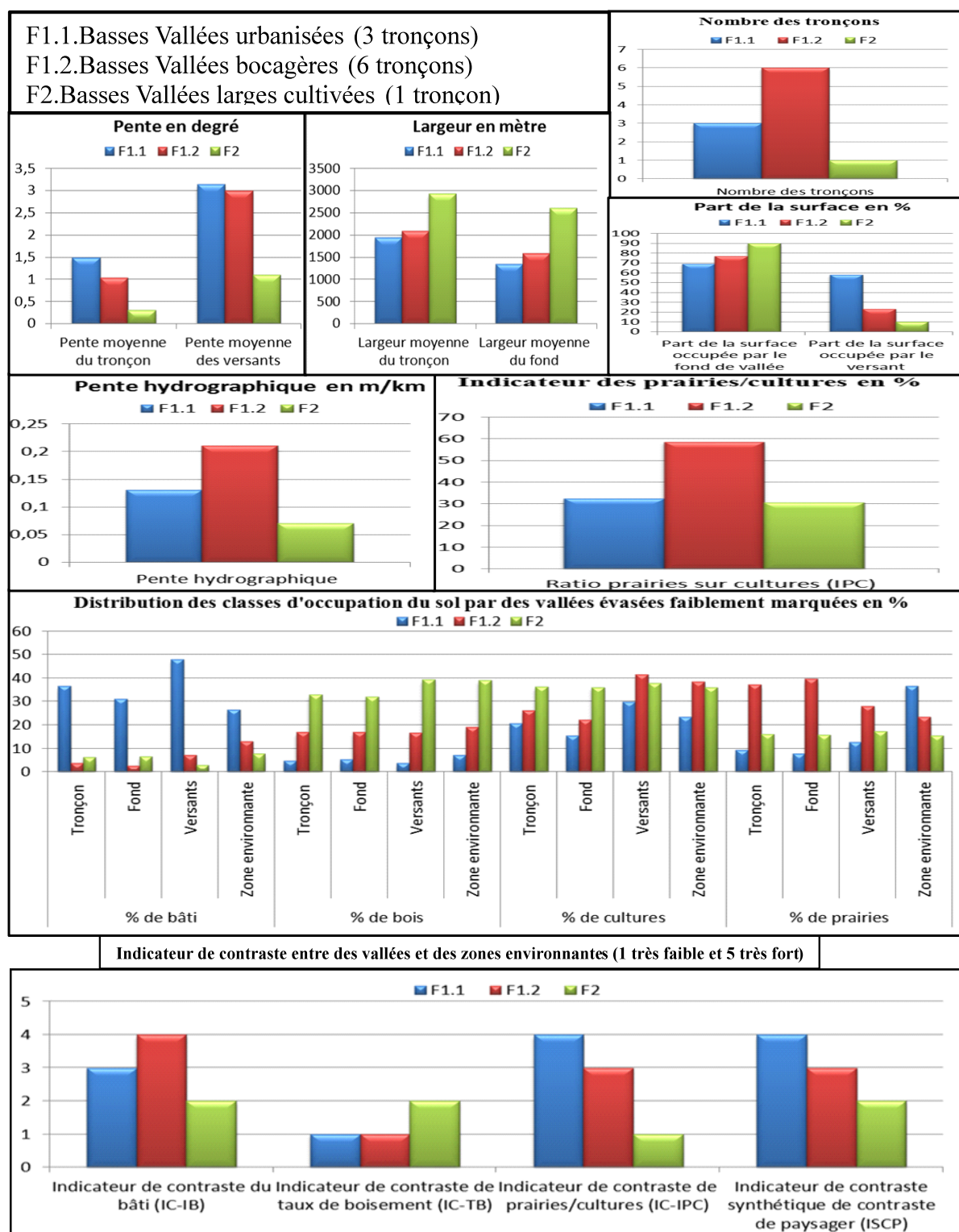


Figure 7.110- Caractéristiques moyennes des basses vallées du BV de la Maine.



### 7.8.1. Basses vallées urbanisées « F1.1. »

La Maine aval propose un paysage plat et large avec une forte densité urbaine aux abords de l'agglomération d'Angers. Elle naît à partir du confluent de la Mayenne et de la Sarthe, grossie du Loir (Tableau 7.72). Trois tronçons sont identifiés comme des « Basses Vallées urbanisées (Figure 7.112).

#### Caractéristiques moyennes de Basses Vallées urbanisées (3 tronçons, soit 0,55% des vallées)

F1.1.Basses Vallées urbanisées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	1,49
Pente moyenne de versant	3,14
Largeur moyenne du tronçon en mètre	1840
Largeur moyenne du fond en mètre	1292
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	70
Part de la surface occupée par le versant en %	30
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,11
Pente hydrographique en m/km	0,13

F1.1.Basses Vallées urbanisées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	36,61	31,16	47,91	26,57
% de bois	4,84	5,29	3,69	7,09
% de cultures	20,77	15,63	30,03	23,60
% de prairies	9,31	7,78	12,68	36,83
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	32,44			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	4			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	4			

Tableau 7.72- Caractéristiques moyennes des basses vallées urbanisées.

Ces tronçons sont caractérisés par une large prédominance des bâties (83%). Les prairies sont présentes et n'occupent, en moyenne que 9 %. Les surfaces boisées sont rares (5 %). Les surfaces cultivées présentent 21 % de surface des tronçons. Le contraste est grand avec les plateaux environnants (Tableau 7.72) (Figure 7.100 et 7.101).

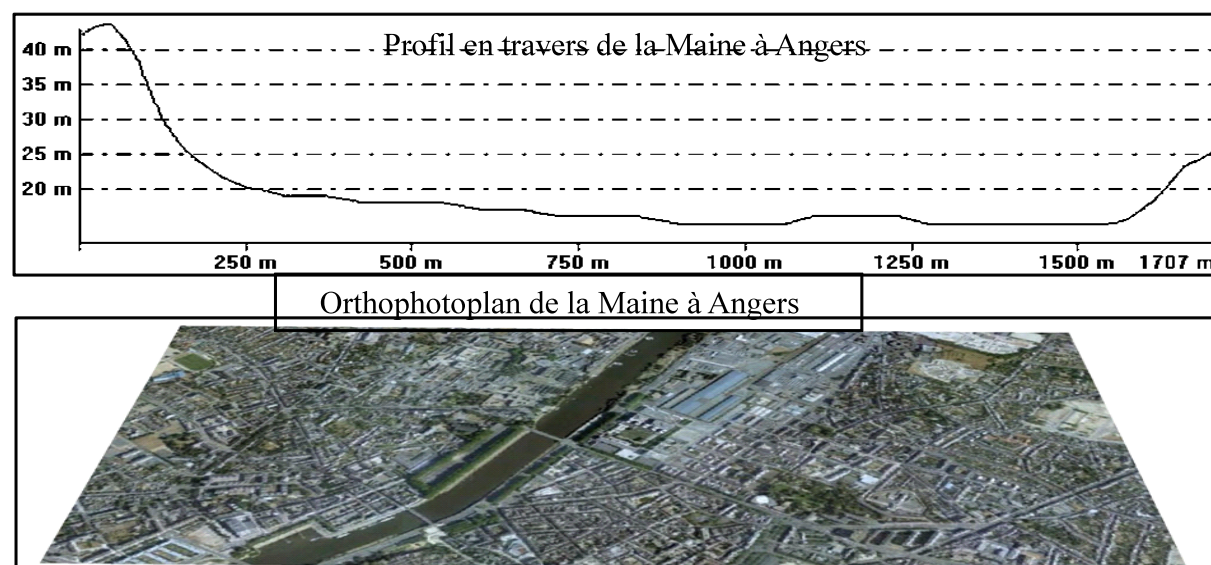


Figure 7.111- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées urbanisées.

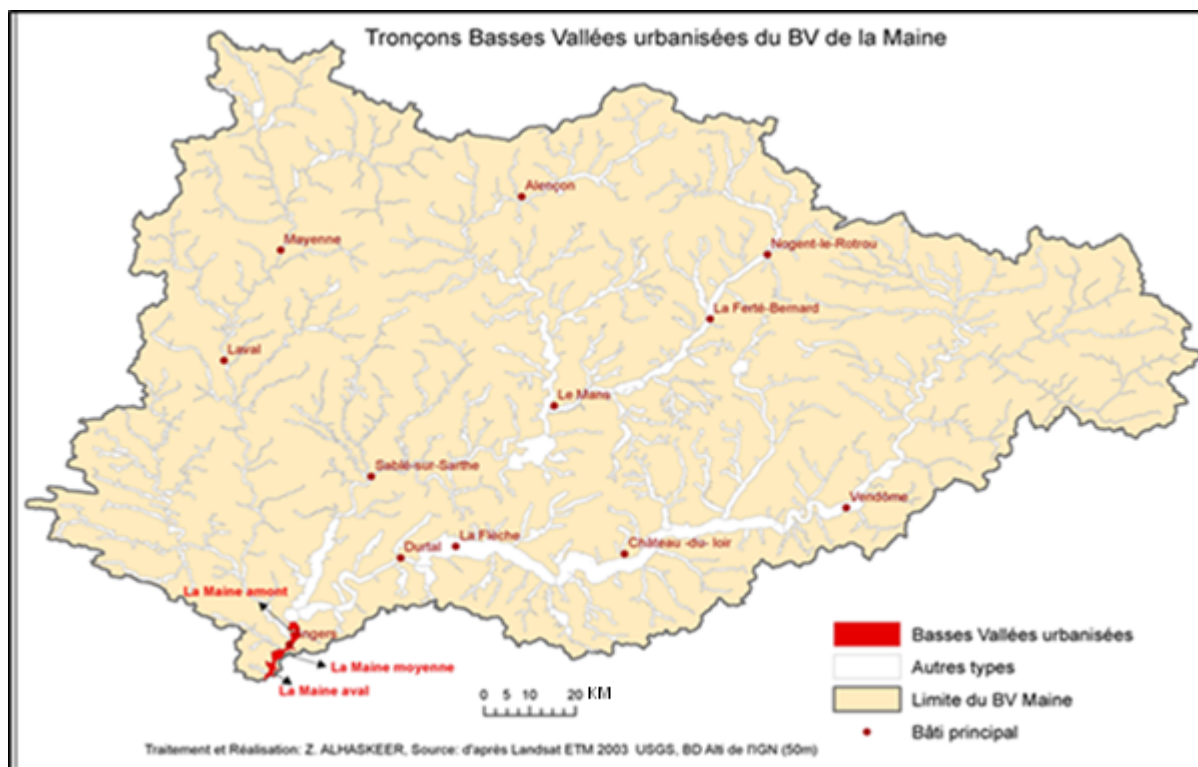


Figure 7.112- Localisation des basses vallées urbanisées.

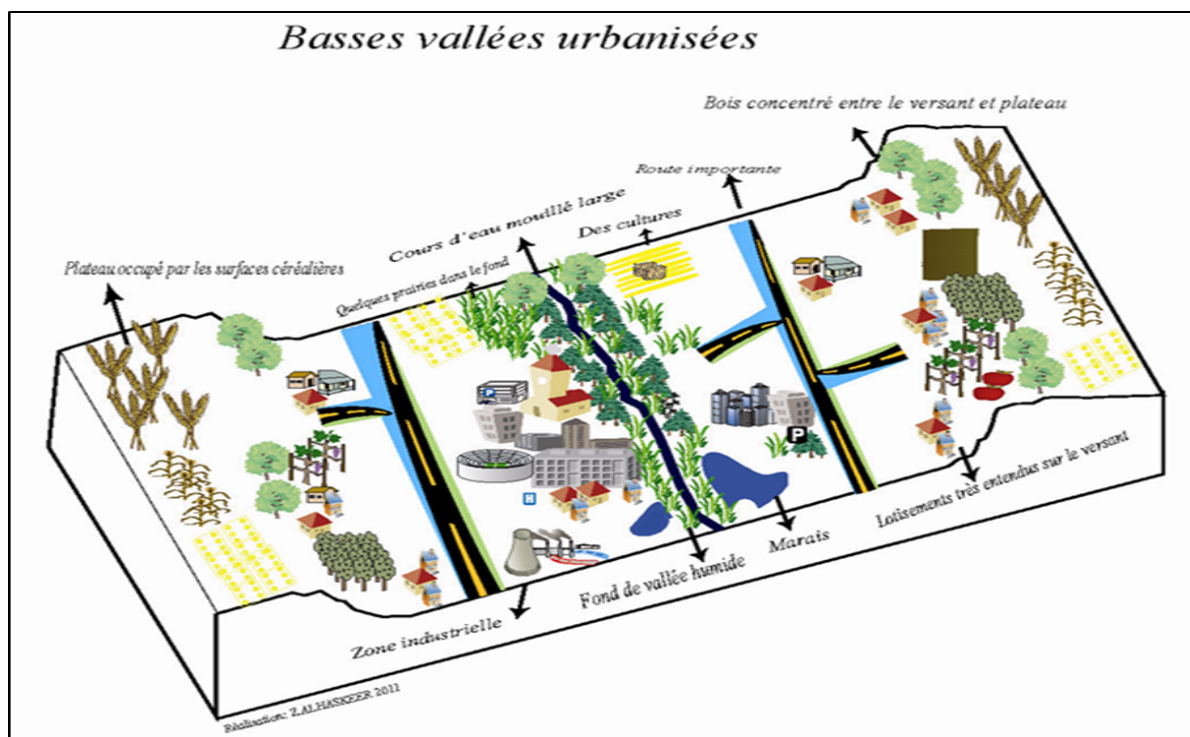


Figure 7.113- Schéma d'une basse vallée urbanisée.



Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
La Maine amont (avec La Sarthe aval)	Maine aval	Entre sud d'Écouflant et Lac de Maine	2,62	5-20	1503	8,41	0,05
La Maine moyenne	Maine aval	Entre Lac de Maine et Le Ruisseau	3,04	5-20	1323	3,86	0,08
La Maine aval	Maine aval	Entre Le Ruisseau et la confluence avec La Loire	3,76	5-25	1050	3,79	0,26

Tableau 7.73- Caractéristiques morphométriques des basses vallées urbanisées.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
La Maine amont	39,02	50,50	8,88	16,52	14,82	21,44	7,39	4,37
La Maine moyenne	28,53	57,75	20,93	31,92	4,24	6,16	1,03	0,86
La Maine aval	25,92	35,49	17,07	41,65	4,29	10,44	4,29	5,83

Tableau 7.74- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des basses vallées urbanisées.

Au niveau de l'agglomération angevine, l'espace urbain très artificialisé, s'étend vers la Loire. Angers est située à l'aval de confluences du Loir, de la Mayenne et de la Sarthe qui forme la Maine au niveau de l'île Saint-Aubin au nord de la ville. Angers s'est développée à partir d'un promontoire rocheux qui domine les basses vallées. Au nord de l'île Saint-Aubin et au sud de la ville s'étendent de vastes prairies inondables. Elles accueillent les crues de la Maine et constituent des milieux écologiques originaux.

Ces tronçons présentent un paysage ouvert marqué par la présence de surfaces bâties denses et dominé par les prairies naturelles humides (Photographie 7.24).



Photographie 7.24- Illustrations photographiques des basses vallées urbanisées.

7.8.2. Basses vallées bocagères (herbagères) « F1.2 »

Ces 6 tronçons présentent des reliefs peu marqués (pente moyenne des versants moins de 3°) avec des fonds très larges (en moyenne 1600 m). Ces tronçons présentent 1,09 % des tronçons du BV de la Maine (Tableau 7.75) (Figure 7.115).

Caractéristiques moyennes de Basses Vallées bocagères  
(6 tronçons, soit 1,09 % des vallées)

F1.2.Basses Vallées bocagères				
Variables morphométriques				
Pente moyenne du tronçon				1,04
Pente moyenne de versant				2,99
Largeur moyenne du tronçon en mètre				2090
Largeur moyenne du fond en mètre				1608
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %				77
Part de la surface occupée par le versant en %				23
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km				1,31
Pente hydrographique en m/km				0,21

F1.2.Basses Vallées bocagères				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	3,66	2,68	7,04	13,02
% de bois	16,99	16,97	16,75	19,04
% de cultures	26,31	22,37	41,52	38,56
% de prairies	37,30	39,61	28,15	23,41
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	58,64			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	3			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	3			

Tableau 7.75- Caractéristiques moyennes des basses vallées bocagères.

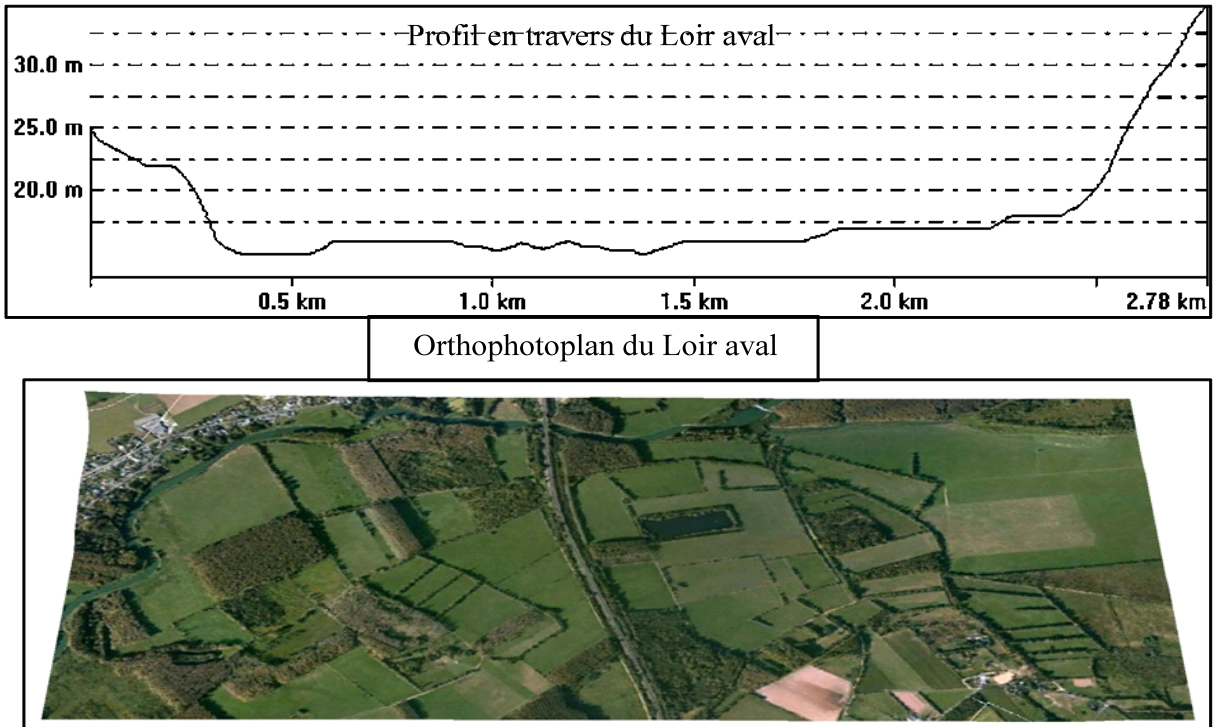


Figure 7.114- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées bocagères (exemple Le Loir aval).

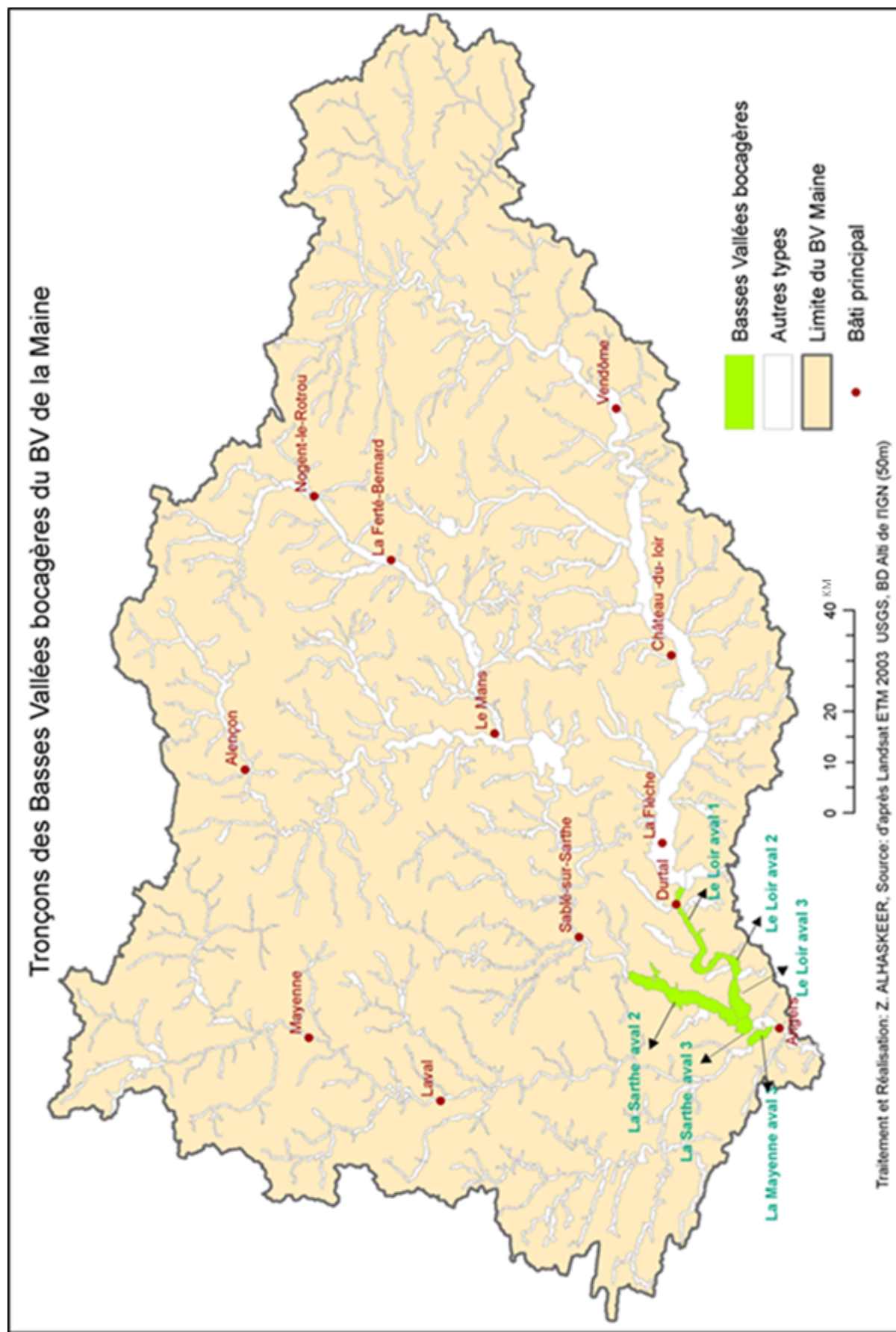


Figure 7.115- Localisation des basses vallées bocagères.



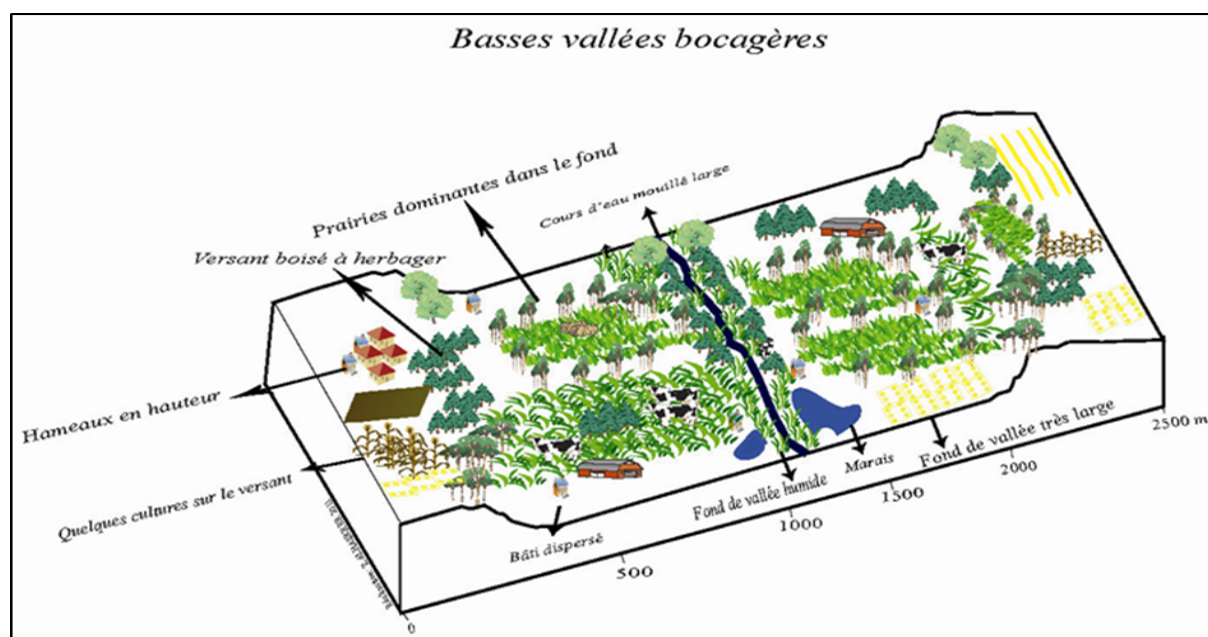


Figure 7.116- Schéma d'une basse vallée bocagère.

Les Basses Vallées Angevines sont des plaines alluviales inondables, situées le long du Loir, de la Mayenne et de la Sarthe. Cette zone humide tient son originalité de la topographie des lieux, large zone alluviale à des altitudes très basses variant de 14 m en aval à 19 m amont. Les Basses vallées angevines se présentent sous la forme d'un vaste ensemble de prairies inondables. La diversité des milieux naturels, (prairies humides, bocage, mares et haies), tous situés en zone inondable confère aux basses vallées angevines une grande importance pour la biodiversité. Les prairies occupent une vaste de surface, principalement délimitées par les haies bocagères denses qui contrastent avec les zones prairiales ouvertes. L'agriculture est présente dans les Basses vallées angevines. Les surfaces agricoles sont présentes dans les basses vallées du Loir. Les bois représentent 17 % (20% à l'extérieur). L'habitat, assez dispersé : il ne représente en moyenne que 3 % de surface des fonds de vallée et 7 % de celles des versants alors que les zones environnantes présentent un taux de 13 % (Photographie 7.25).

Vallée	Bassin	Localisation	Pente de versants en degré	Profondeur en mètre	Largeur de fond en mètre	Longueur en km	Pente hydrographique en m/km
Le Loir aval 1	Loir	Entre Bazouges-sur-le-Loir et Lézigné	3,53	5-20	690	11,48	0,74
Le Loir aval 2	Loir	Entre Lézigné et Villevêque	3,34	5-20	1060	20,05	0,14
Le Loir aval 3	Loir	Entre Villevêque et la confluence avec La Sarthe	3,39	5-20	1840	9,83	0,04
La Mayenne aval 3	Mayenne	Entre Montreuil-Juigné et la confluence avec La Sarthe	3,25	5-20	1267	6,71	0,11
La Sarthe aval 2	Sarthe	Entre Le Gravier et Briollay	1,44	5-15	2290	32,54	0,14
La Sarthe aval 3	Sarthe	Entre Briollay et Écouflant	3,02	5-20	2500	3,47	0,06

Tableau 7.76- Caractéristiques morphométriques des basses vallées bocagères.

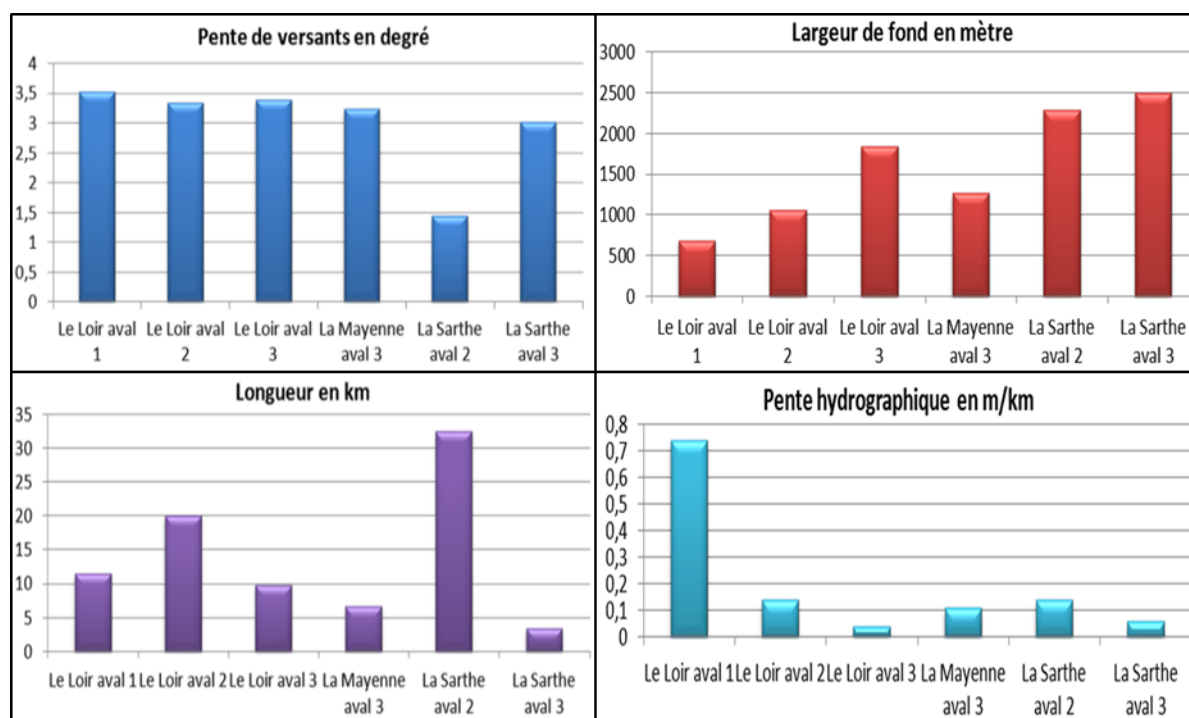


Figure 7.117- Comparaison des variables morphologiques des basses vallées bocagères.

Tronçon/occupation du sol en %	Bâti		Cultures et prairies temporaires		Prairies permanentes		Forêts	
	fond	versants	fond	versants	fond	versants	fond	versants
Le Loir aval 1	4,11	6,13	34,83	51,33	24,49	24,20	16,75	16,04
Le Loir aval 2	1,91	5,78	30,98	42,54	29,22	12,99	22,25	30,06
Le Loir aval 3	2,83	10,87	15,42	40,43	50,91	17,91	26,59	24,58
La Mayenne aval 3	4,57	11,18	17,12	25,20	42,30	39,15	10,01	9,19
La Sarthe aval 2	2,07	6,25	25,04	43,66	43,26	35,27	14,96	10,25
La Sarthe aval 3	0,57	1,99	10,83	45,95	47,47	39,39	11,26	10,36

Tableau 7.77- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des basses vallées bocagères.

Plus en détail, (tableau 7.77), on note que les classes d'occupation du sol ne se distribuent pas de la même manière dans tous les tronçons des basses vallées. Par exemple, les prairies sont plus étendues dans le tronçon du Loir aval 3 que celui du Loir aval 1 et 2. Les surfaces cultivées occupent parfois des espaces importants.

En générale, les basses vallées présentent des paysages remarquables et ouverts.





*Photographie 7.25- Illustrations photographiques des basses vallées bocagères.*



### 7.8.3. Cas particulier de Basses vallées cultivées « F2 »

Dans ces basses vallées, il existe un cas particulier de Basses vallées présentant des cultures plus étendues (cultivées F2). Ce tronçon est situé au sud du Mans (entre Arnage et Roézé-sur-Sarthe) (Figure 7.120) et caractérisé par une dominance des cultures (36%) et des bois (33 %). Les prairies sont présentes et occupent en moyenne 16 %. Les bâties occupent 6 % de surface de ce tronçon. Ces tronçons présentent un contraste minimal avec l'extérieur dans la mesure où leur occupation du sol diffère peu des espaces environnants (Tableau 7.78).

**Caractéristiques des Basses Vallées cultivées  
(1 tronçon, soit 0,18 % des vallées)**

F2.Basses Vallées larges cultivées	
Variables morphométriques	
Pente moyenne du tronçon	0,31
Pente moyenne de versant	1,10
Largeur moyenne du tronçon en mètre	2930
Largeur moyenne du fond en mètre	2600
Part de la surface occupée par le fond de vallée en %	90
Part de la surface occupée par le versant en %	10
Coefficient de sinuosité du cours d'eau (distance réelle/ distance en ligne droite) en km	1,31
Pente hydrographique en m/km	0,07

F2.Basses Vallées larges cultivées				
Variables d'occupation du sol	Entité			
	Tronçon	Fond de vallée	Versants	Zone environnante
% de bâti	6,18	6,54	2,97	7,79
% de bois	32,90	32,16	39,37	39,11
% de cultures	36,29	36,12	37,81	36,00
% de prairies	15,95	15,80	17,23	15,42
Indicateur prairies permanentes/cultures (IPC) en %	30,52			
Indicateur de contraste de bâti (IC-IB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de taux de boisement (IC-TB) (de 1 à 5)	2			
Indicateur de contraste de prairies/cultures (IC-IPC) (de 1 à 5)	1			
Indicateur de contraste synthétique de contraste de paysager (ISCP) (de 1 à 5)	1			

Tableau 7.78- Caractéristiques des basses vallées cultivées.

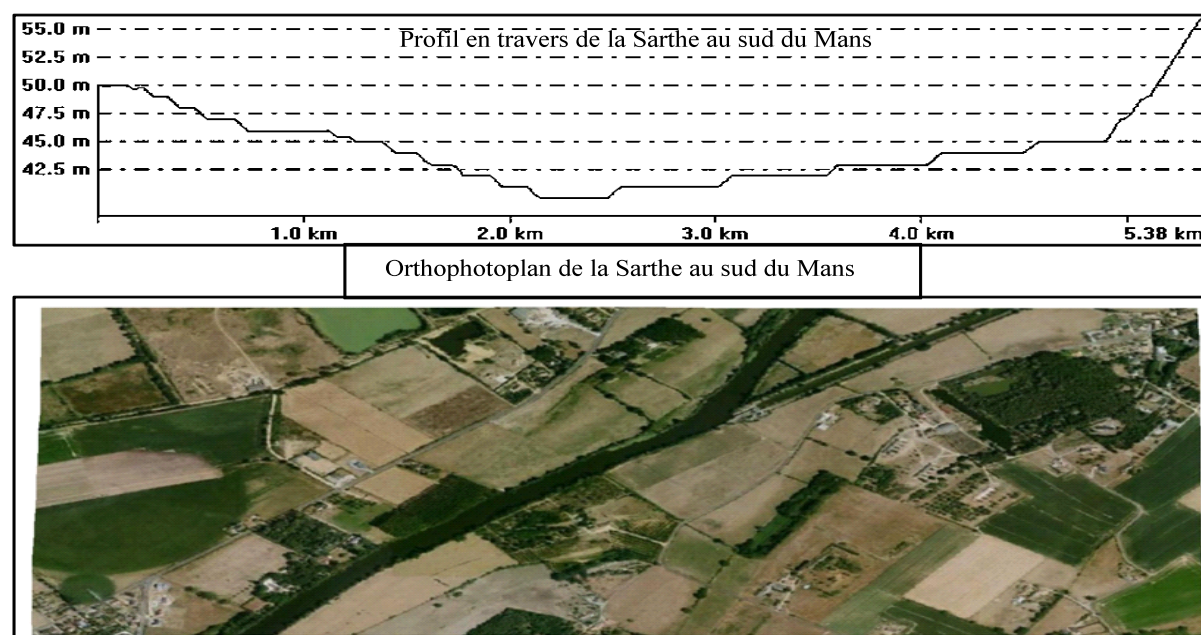


Figure 7.118- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées cultivées (La Sarthe aval au sud du Mans).

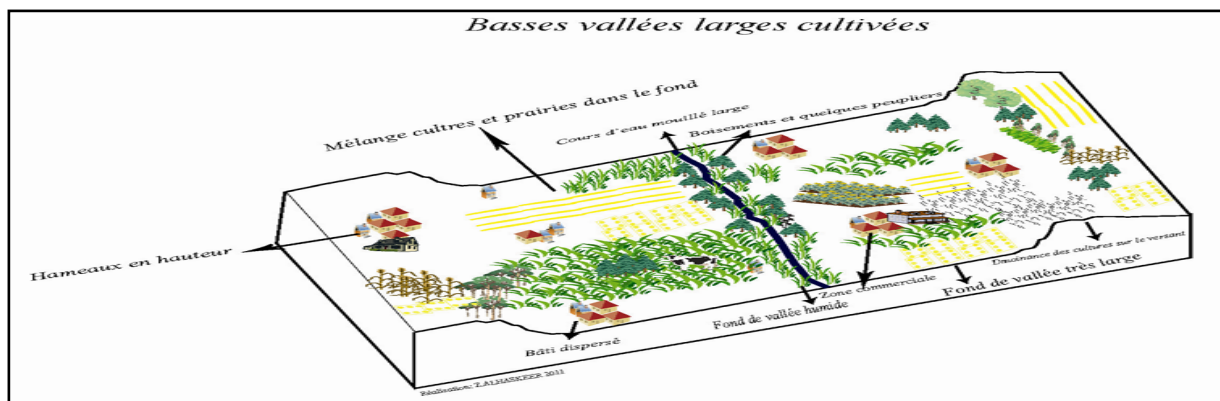


Figure 7.119- Schéma d'une basse vallée cultivée.

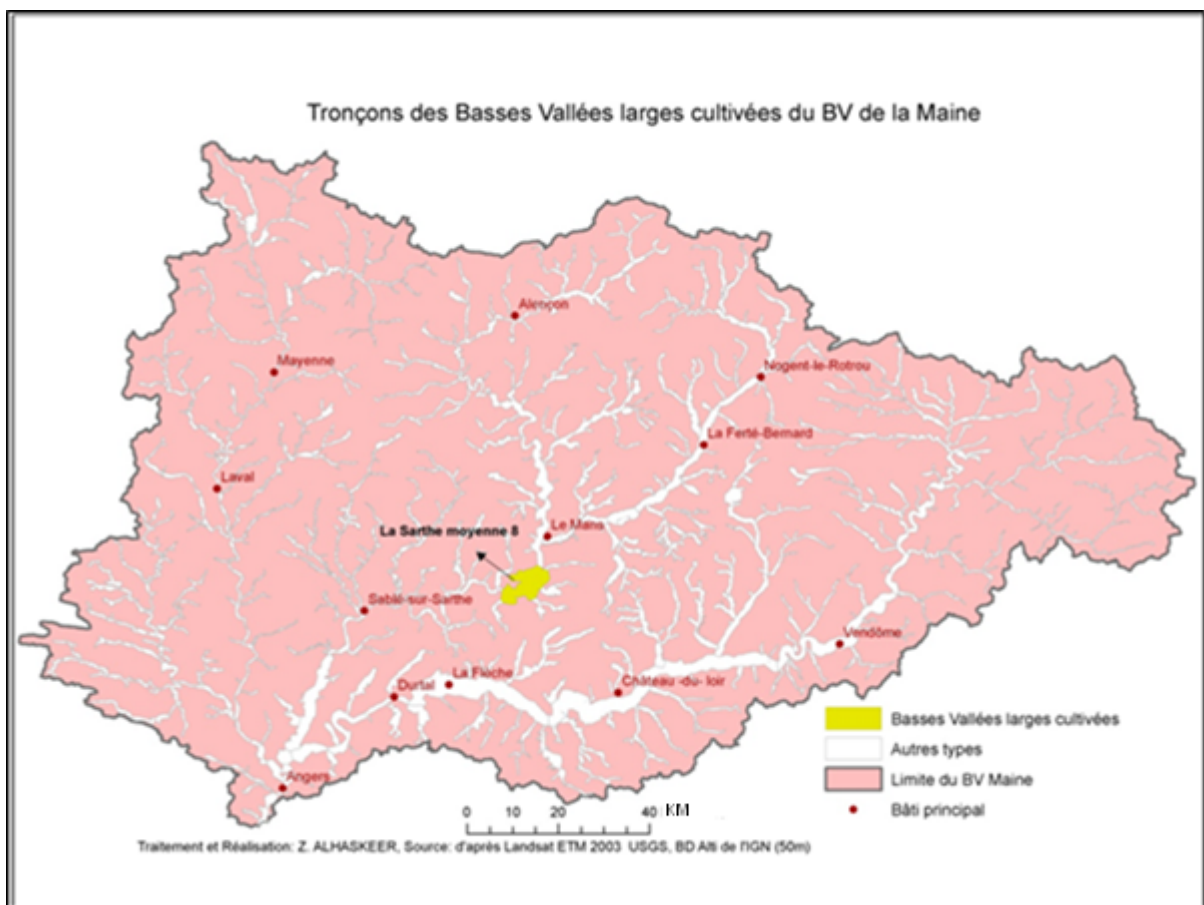


Figure 7.120- Localisation des basses vallées cultivées.



*Photographie 7.26- Illustrations photographiques des basses vallées cultivées.*

### **Conclusion de la III<sup>e</sup> partie :**

Les vallées du bassin versant de la Maine constituent des espaces remarquables qui participent avec les plateaux à la diversité des paysages. Malgré tout, les points communs sont nombreux :

- Omniprésence des prairies vouées à l'élevage et qui souvent occupent les fonds des vallées et grande fréquence des espaces labourés. Dans le bassin versant de la Mayenne, les vallées encaissées bocagères sont dominantes. A l'inverse dans l'est du bassin versant du Loir, les vallées indistinctes très nombreuses sont cultivées. Le bassin versant de la Sarthe comprend des paysages mixtes et divers, vallées encaissées boisées à bocagères, aux vallées intermédiaires urbanisées et cultivées

Les originalités sont assez peu fréquentes. Elles sont liées soit à la forme des vallées (en gorges ou basses vallées en particulier) soit à l'occupation du sol, et parmi cette occupation, les espaces bocagers. Récemment les peupleraies développées dans les fonds de vallées marquent le paysage mais parfois contribuent également à le fermer. Ces peupleraies sont fréquentes dans la vallée de la Sarthe en aval du Mans.

Ces caractéristiques sont déterminées par plusieurs facteurs :

-Facteurs expliquant les formes des vallées :

- Le substratum géologique présente dans le bassin de la Maine, une grande variété et explique les nombreux types morphologiques. Les matériaux résistants du socle armoricain, des roches calcaire et crayeuses (tuffeaux) des strates sédimentaires de l'Ouest du bassin de Paris expliquent la présence de vallées en gorges et encaissées.
- La géomorphologie régionale de l'ouest de la France explique la profondeur des incisions. Elle ne dépasse pas 100m en général en lien avec un soulèvement faible qui

explique les altitudes peu élevées des plateaux et les contrastes hypsométriques modérés entre les sources des cours d'eau et leur confluence.

- L'hydrographie est caractérisée par des rivières disposées en réseau dense se dirigeant vers le Sud pour confluer en amont d'Angers. Ce réseau est très ramifié. Il doit ses caractéristiques aux conditions du climat océanique ainsi qu'au substratum souvent favorable au ruissellement.

-Facteurs expliquant l'occupation du sol :

- Ils sont régionaux, l'ouest de la France est une région rurale, de culture et d'élevage et le bassin de la Maine en fait partie. Des différences apparaissent entre l'ouest (vallées herbagères et bocagères de la Mayenne) et l'Est (grandes cultures de la Beauce caractérisant en partie, le bassin du Loir.
- Mais ils sont aussi locaux, selon la proximité des villes ou encore des choix locaux effectués par les propriétaires des exploitations agricoles, vigne, vergers, mais aussi peupleraie ou espace dédié au milieu naturel comme les basses vallées angevines.

Nos résultats montrent également qu'il y a une bonne cohérence entre la typologie des vallées et les paysages repérés par l'atlas des paysages. Nous avons considéré cette cohérence comme un indicateur de validation de nos approches.

Enfin, nos travaux ont permis de construire une base de données pour un suivi de l'état des paysages de vallées, de leur structure et de leur organisation. La quatrième partie a pour objectif de mesurer les changements paysagers (étude diachronique de paysages) et de mettre en place une nouvelle méthode permettant de mesurer les types de paysages de vallées.



## **Partie IV: Analyse diachronique et identification des enjeux des paysages des vallées**

Cette partie comprend trois chapitres qui ont pour objectif d'analyser la dynamique des paysages de vallées:

Chapitre 8 : Approche de la dynamique du paysage et cartographie des changements des paysages du bassin versant de la Maine

Chapitre 9 : Réalisation une typologie des paysages de vallées de 1984

Chapitre 10 : La modification des paysages de vallée ; étude diachronique

## **Introduction de la partie IV**

L'objectif de cette quatrième partie est de montrer les différents enjeux qui découlent de la nécessité de préserver les identités paysagères, en lien avec les dynamiques qui régissent l'évolution des paysages de vallées du bassin versant de la Maine. Pour comprendre les fonctions actuelles des paysages de vallées, il semble indispensable d'analyser l'évolution du paysage au travers de la dimension temporelle. Il s'agit de rendre compte de l'évolution de l'état des formes des paysages de vallées et de comprendre comment les types des vallées ont évolué au cours du temps.

L'analyse diachronique permet d'évaluer les tendances de l'évolution en fonction du type des tronçons mais aussi par rapport aux zones environnantes. La question cruciale de cette partie est « comment identifier et quantifier les changements spatio-temporels du paysage des vallées à partir des données satellites ? ». Deux méthodes sont utilisées : le traitement d'images satellites multi-dates et l'application de la typologie paysagère.

Cette partie prolonge l'étude de l'organisation du paysage des vallées, par celle portant sur les transformations qui l'affectent. Ces transformations sont quantifiées à partir du traitement des images satellites de 1984 qui seront comparées à celles de 2003. Les travaux suivants sont ainsi effectués :

- Une cartographie diachronique des changements des paysages du bassin versant de la Maine pour l'ensemble du bassin, par sous bassin et par tronçon de vallées,
- Une analyse des modes d'occupation du sol
- Une prise en compte des transformations affectant les vallées par rapport à leur environnement.

Enfin, les principaux enjeux pris en considération permettent de montrer comment nos résultats peuvent être utilisés dans le cadre de la gestion des vallées.

## **Chapitre 8 : Approche de la dynamique du paysage et cartographie des changements des paysages du bassin versant de la Maine**

## Introduction du Chapitre 8

La télédétection spatiale permet une cartographie précise de l'occupation du sol et de la dynamique des paysages (Laffly, 1993). Chaque paysage évolue avec le temps, et cette dynamique y laisse des marques plus ou moins évidentes. Un paysage est considéré stable si sa structure spatiale se maintient, malgré les pressions internes et les influences externes (Teodoreanu - Niculescu, 2002).

Grâce aux images acquises en multitudes, les modifications de l'occupation du sol peuvent être quantifiées.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les démarches d'approche des dynamiques du paysage afin de renseigner les modes d'occupation passés (entre 1984 et 2003) pour cartographier et identifier des changements des paysages du bassin versant de la Maine.

Dans ce chapitre, les changements et leur ampleur sont étudiés à trois niveaux (bassin entier, sous bassin et vallée)

### 8.1. Le concept de dynamique du paysage

D'après Santos « rien dans le paysage ne change en même temps, à la même vitesse ou dans la même direction » (Santos, 1978). L'analyse de la dynamique des paysages consiste à quantifier la structure, le fonctionnement et l'évolution des paysages, avec par exemple, l'étude la dynamique spatiale des unités paysagères, la dynamique des composants présents dans ces unités paysagères. L'espace enregistre l'histoire des activités économiques et sociales dans un milieu donné.

Les sociétés humaines ont su entretenir avec leur environnement des relations différentes, des transformations du milieu, des mutations dans l'utilisation de l'espace et donc des modifications des paysages (Teodoreanu - Niculescu, 2002).

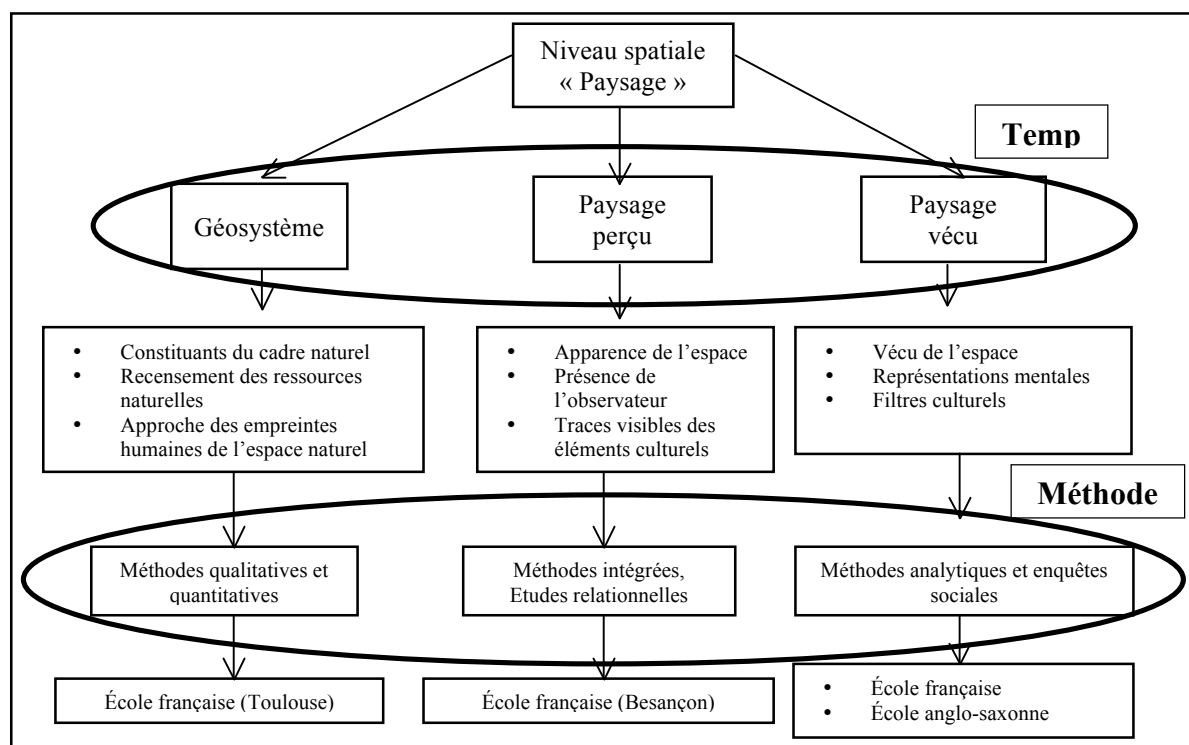


Figure 8.1- Synthèse des approches géographiques du paysage (d'après Teodoreanu - Niculescu, 2002).



Pour comprendre le fonctionnement d'un système dynamique tel que le paysage il faut le replacer dans l'espace en étudiant les échanges avec les systèmes voisins, mais aussi dans le temps, pour comprendre la dépendance des états d'un système au cours de sa dynamique d'un état initial (Burel et Baudry, 2000). « Le temps et l'espace sont liés de façon indivisible en tant qu'attributs d'un objet ou d'une organisation. » (Van Der Leeuw et Fiches, 1990b). D'une façon générale, il existe plusieurs temps qui interviennent dans la problématique du paysage, qui interfèrent souvent, en rétroactions complexes. Leveau écrit que le paysage résulte des « divers cheminements humains qui se croisent, parfois se complètent ou se contredisent sur une « matrice », elle-même vivante, faite de terre, d'air, d'eau, de végétation et de faune. » (Leveau, 1997).

En télédétection, il est possible de détecter, identifier et quantifier des surfaces minérales, végétales et aquatiques. Le paysage peut être structuré en fonction des attributs descriptifs, analytiques, synthétiques et évaluatifs (Figure 8.2).

Niculescu (2002) a abordé ces attributs. Les attributs descriptifs représentent les variables géographiques classiques du paysage, tandis que les attributs analytiques ne considèrent qu'un aspect du paysage, par exemple les différences entre les unités paysagères. Par contre, les attributs synthétiques cherchent à établir l'intégration de différentes composantes du paysage, par exemple, la « diversité », la « complexité ou la « vulnérabilité » (Teodoreanu - Niculescu, 2002).

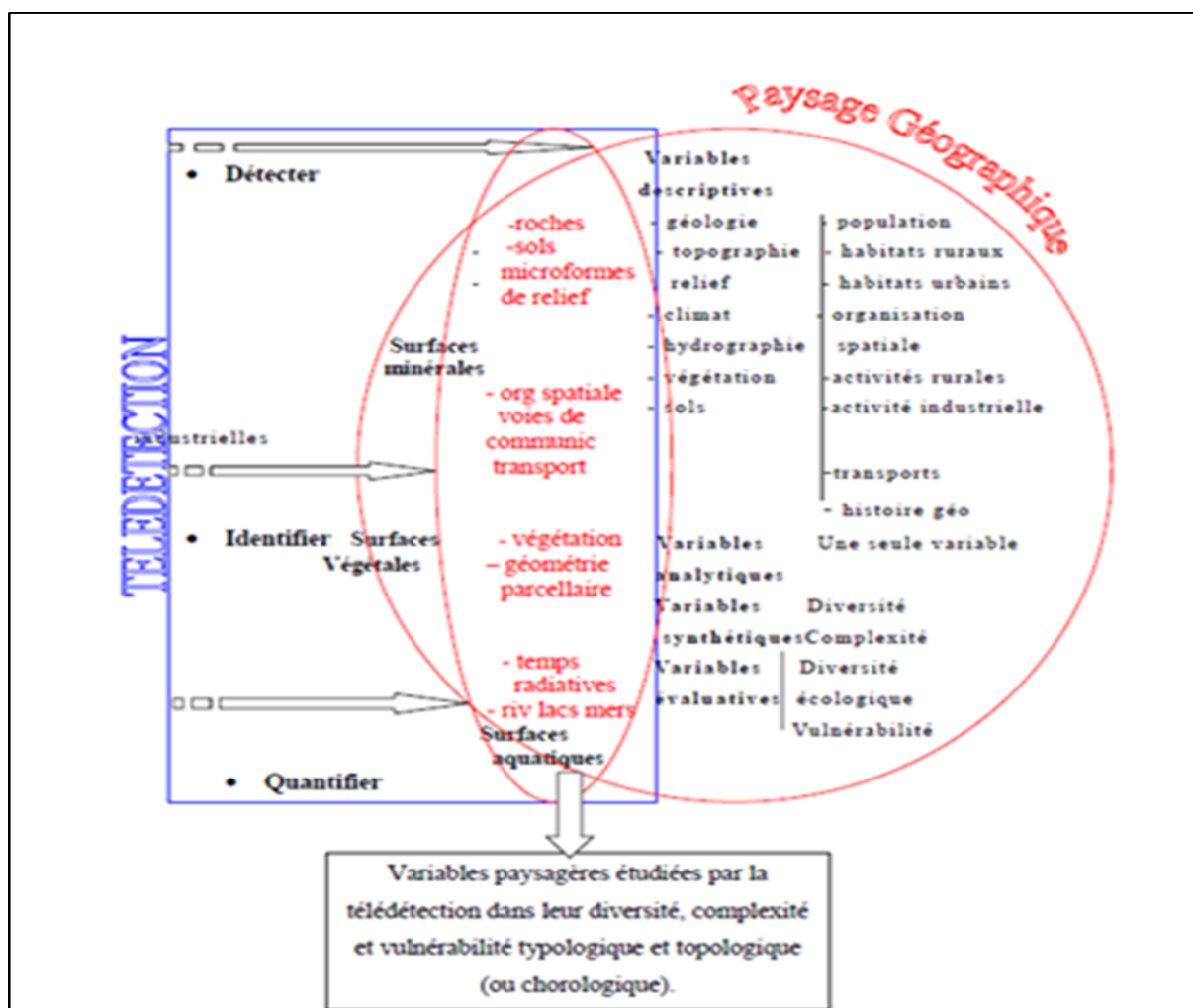


Figure 8.2- Rencontre méthodologique entre télédétection et paysage (variables paysagères qui peuvent être mesurées par la télédétection (d'après Teodoreanu - Niculescu, 2002).

## 8.2. Démarches d'analyse diachronique des paysages (Revue de littérature sur les méthodes existantes)

Les approches d'étude de la dynamique de l'occupation des du sol varient en fonction des disciplines scientifiques et des échelles spatiales d'analyse (Verburg, 2000). À une échelle spatiale plus grande, les géographes et les écologues étudient les changements intervenus dans l'occupation des terres à partir des observations directes en se servant des techniques de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) (Lambin et al., 1999).

Dans le cadre de la description et de la compréhension des changements qui s'opèrent dans le paysage, il existe différentes techniques d'analyse de la dynamique du paysage. De nombreuses méthodes ont été développées pour la détection des changements de l'occupation des terres. Plusieurs auteurs ont publié des évaluations des méthodes de détection de changements, par exemple Singh (1989), Lunetta et Elvidge (1998), Mas (2000), Jensen (2004) et Lu et al. (2004). Dans leur plus récente contribution, Lu et al. (2004) divisent les méthodes de détection de changements en six catégories : algébrique, de transformation, de classification, avancées, approche SIG, d'analyse visuelle et autres techniques (Tableau 8.1). Pham et al. 2007, ont fourni une vue globale sur les méthodes, en appuyant sur la revue bibliographique de Lu et al.2004, à partir de laquelle les points forts et faibles de chaque catégorie de méthodes sont synthétisés en annexe N°15.

Catégorie	Techniques
Algébrique	Différence d'images
	Régression d'images
	Différence d'indices de végétation
	Division d'images
	Soustraction (différence) d'images de base
	Analyse par vecteur de changement
Transformations	Analyse en composantes principales (ACP)
	Transformation Tasseled Cap
	Gramm-Schmidt
	Khi-carré
Classifications	Comparaison de post-classification
	Analyse spectrale temporelle
	Détection du maximum de probabilité
	Détection de changements non dirigée
	Détection de changements hybride
	Réseaux de neurones
Méthodes avancées	Modèle de réflectance de Li-Strahler
	Modèles de mixage spectral
	Méthode de paramètres biophysiques
Approche de SIG	Méthode d'intégration de SIG et de données de télédétection
Analyse visuelle	Interprétation visuelle d'image
Autres techniques	Mesure de dépendance spatiale
	Système d'observation basée sur la connaissance
	Méthode de génération de superficie (area production method)
	Combinaison de trois indicateurs : indices de végétation, température de surface et structure spatiale
	Courbe de changements
	Modèles linéaires généralisés
	Approche basée sur le théorème de courbe
	Approche basée sur la structure
	Méthode basée sur la statistique spatiale

Tableau 8.1- Méthodes d'analyse diachronique des paysages (Source Lu et al. 2004 ; Pham et al. 2007).

## **- Choix de méthode de détection des changements**

Le choix d'une méthode ou d'une démarche méthodologique appropriée joue un rôle essentiel pour une détection des changements. La qualité des résultats dépend également de nombreux autres facteurs, tels que le paysage, des types de changements, le géopositionnement, les corrections radiométriques appliquées aux images, la disponibilité de la réalité de terrain, la complexité du terrain et de l'environnement étudiés, l'expérience, les connaissances ou la familiarité de l'analyste avec le terrain ainsi que le temps et les résolutions spatiales et temporelles des données à utiliser (Skupinski et al., 2009). Les auteurs arrivent donc souvent à des conclusions différentes et même controversées sur l'efficacité des méthodes utilisées (Lu et al., 2004).

Parmi les méthodes existantes, la comparaison post classification s'avère souvent la plus appropriée pour analyser des changements des paysages. Cette méthode est simple et fournit des informations sur la nature des changements. La méthode de post-classification consistant en la comparaison de deux classifications est souvent utilisée. La comparaison de post-classification (Swain, 1976 ; Weismiller et al., 1977 ; Gordon, 1980; Howarth et al.1981 ; Schowengerdt, 1983 ; Singh, 1989 ; Skole et al, 1993 ; Lillesand et al., 1994 ; Mas, 2000 ; Lu et al, 2004) est un algorithme fréquemment utilisé pour la détection de changement, basé sur la comparaison des images obtenues à deux dates différentes et indépendamment classifiées.

Nous avons choisi la méthode de post-classification, car elle est plus intuitive et plus évidente (Singh, 1989), basée sur la comparaison d'images classifiées indépendamment. Ainsi, les classifications sont indépendantes et il y a une réduction des problèmes de calibration atmosphérique et de capteur inter-dates. Les résultats de la classification pour deux dates produisent des cartes qui consignent toutes les possibilités de changements. Par contre, l'efficacité de cette méthode est basée sur la qualité de la classification des images. Les zones de changement principales étaient identifiées de manière fiable par cette méthode de travail (Weismiller et al., 1977). Cependant, l'exactitude d'une telle procédure dépend de la précision de chaque classification indépendante (Lillesand et al., 1994, 2000) et il est parfois difficile de produire des classifications comparables d'une date à l'autre (Toll et al., 1980). Cette méthode permet de fournir l'information détaillée du changement et de préparer des cartes de changement (Yaun et al, 2005).

Finalement, compte tenu de l'étendue de la zone d'étude et de la diversité des changements d'occupation du sol dont nous escomptions l'observation, c'est la méthode de comparaison post-classificatoire qui a été retenue.

### **8.3. Réalisation des cartes d'occupation du sol en 1984**

L'analyse diachronique comprend les étapes suivantes : prétraitement relatif aux erreurs de bruit et dégradation radiométrique, classification assistée par la méthode de maximum de vraisemblance, filtrage post classification, détection des changements.

En ce qui concerne les dates de prises de vue, deux ensembles d'images ont été choisis : une couverture la plus ancienne possible, en 1984 et une couverture la plus récente possible, en 2003. Un intervalle de temps de 20 ans a été jugé intéressant pour la mise en évidence des changements d'occupation du sol.

Le traitement repose sur l'identification du bâti et des principaux types de couverture végétale (bois, culture, prairie).

La reconnaissance des pixels en eau permet de mesurer la place de cet élément dans le paysage de vallée. Certains cours d'eau apparaissent clairement par la largeur de leur lit, d'autres occupent une surface en eau très faible. L'identification des classes stables (eau, bâti

et forêt) ne pose pas de problème. Pour extraire ces éléments, nous utilisons des données TM de Landsat 5 (1984). Les caractéristiques de ces données sont présentées sur le tableau 8.2.

Images	TM 1984					
	Format TIFF					
	Landsat 5					
Satellite						
Centre d'image	199/26	199/27	200/26	200/27	201/26	201/27
Dimension totale	8394 x 7499	8387 x 7513	8457 x 7602	8466 x 7572	8644 x 7769	8637 x 7780
Date de prise de vue	20-08-1984	20-08-1984	20-08-1984	30-10-1984	18-08-1984	18-08-1984
Heure de prise de vue	10:10:45	10:11:09	10:13:12	10:17:23	10:23:03	10:23:27
Latitude au centre de la scène (en degré)	49.85	48.43	49.80	48.39	49.86	48.45
Longitude au centre de la scène (en degré)	0.48	-0.04	-0.85	-1.46	-2.50	-3.03
DIMENSION TRAITEE	7147 x 5539	7156 x 5101	7026 x 4403	7088 x 4577	4929 x 3802	4120 x 4321
Élévation (en degré)	47.58	48.46	47.51	25.74	48.12	48.99
Angle azimutal (en degré)	140.64	139.01	139.48	156.90	140.06	138.40

Tableau 8.2- Caractéristiques d'image TM utilisée pour identifier les l'eau, le bâti et les forêts.

En 1984, nous n'avons pas de carte représentant l'occupation des sols. Pour résoudre ce problème, nous utilisons une statistique agricole annuelle (en 1984) publiée par la Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (Agreste). Puisque le bassin de la Maine a besoin de 6 scènes pour le couvrir, il a, en outre, semblé préférable d'analyser séparément les scènes en utilisant un protocole identique pour renseigner l'ensemble des surfaces de paysages et constituer la mosaïque finale après avoir effectué les classifications sur chaque scène.

### 8.3.1. Traitement des images de 1984

Les images de 1984 ont été traitées selon la même méthode que celles de 2003 avec cependant quelques adaptations. Des corrections ont été nécessaires (Ashbindu, 1989).

#### - Correction radiométrique et atmosphérique

La correction radiométrique traduit les données brutes enregistrées par le satellite en intensité de rayonnement en exécutant une série de conversions. Afin de mettre toutes les images dans un même référentiel radiométrique, nous faisons appel à des modèles de correction radiométrique et atmosphérique. Cela permet de réaliser une étude multitemporelle, ce qui rend facile la détection des changements réels qui ont eu lieu entre les différentes dates, d'améliorer le processus de classification automatique. Les images utilisées doivent présenter des caractéristiques les plus homogènes de sorte que les différences provenant de leur comparaison puissent être associées à de réels changements d'état du territoire et non des artefacts liés aux images. Le modèle qui a été retenu pour effectuer les corrections radiométriques est celui proposé par OLSSON (1994). Ce dernier tient compte des variations induites par l'atmosphère et les conditions de prise de vue.

Le logiciel utilisé pour effectuer les corrections atmosphériques est le logiciel ENVI 6.4 en utilisant le modèle QUAC (QUick Atmospheric Correction).

#### - Correction géométriques

Les images ont été calées en coordonnées Lambert 93 sous le logiciel ArcGis 10 afin de pouvoir les superposer avec d'autres sources des données. Ceci sera très utile dans la suite des traitements et notamment pour le choix des parcelles de référence.

### 8.3.2. Classification des images de 1984

La méthodologie de saisie des zones d'entraînement est inspirée par de nombreux travaux antérieurs en particulier ceux de Ruelland et al (2004). Elle est représentée sur la figure 8.3. La démarche est similaire à celle mise en œuvre pour traiter les images de 2003.

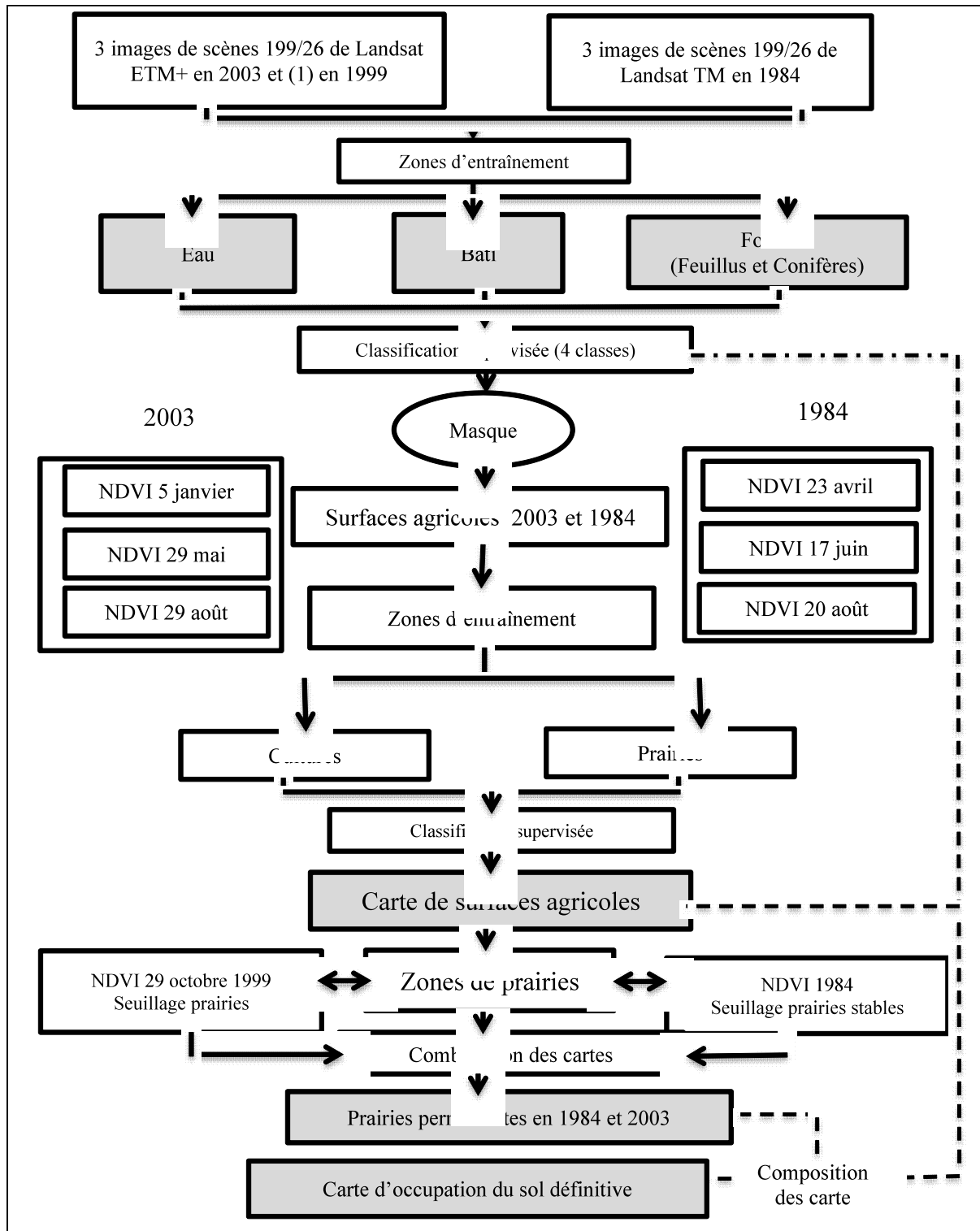


Figure 8.3- Chaîne de traitements pour l'élaboration des zones d'entraînement (exemple scène 199/26) (d'après Ruelland et al, 2004).



Les résultats des traitements effectués sont dans le tableau 8.3.

Classes	Eau	Zones urbanisées	Forêts de feuillus	Forêts de conifères	Cultures et prairies temporaires	Prairies permanentes
Eau						
Zones urbanisées	1.91					
Forêts feuillus	1.99	1.99				
Forêts conifères	1.99	1.99	<u>1.85</u>			
Cultures et prairies temporaires	1.97	<u>1.83</u>	<u>1.80</u>	1.98		
Prairies permanentes	1.99	1.99	<u>1.81</u>	1.96	<u>1.71</u>	

Tableau 8.3- Exemple de valeurs de transformée de séparabilité de divergence ici pour la scène TM 199/26 (Source : Richards et Jia, 1999).

A partir de tableau 8.3, nous trouvons que la classe des cultures et prairies temporaires est peu séparée avec la classe des prairies permanentes. Ainsi, une confusion est détectée entre la classe des forêts de feuillus et conifères.

Une classification supervisée des images a été réalisée à partir d'un algorithme de maximum de vraisemblance. Deux indices issus de la matrice de confusion sont souvent utilisés pour la validation de la performance des classifications : la précision globale (la proportion des pixels bien classés calculée en pourcentage) et l'indice de Kappa (le rapport entre le nombre de pixels bien classés et le total des pixels sondés). Les tableaux 8.4 et 8.5 illustrent les résultats obtenus :

sur la carte Sur le terrain	Classification						
	Eau	Zones urbanisées	Forêts de feuillus	Forêts de conifères	Cultures/prairies temporaires	Prairies permanentes	Total
Eau	305	0	9	5	0	0	410
Zones urbanisées	6	118	0	0	47	0	174
Forêts de feuillus	0	0	2252	76	84	0	2412
Forêts de conifères	2	0	9	775	0	0	786
Cultures/prairies temporaires	11	2	66	0	1170	0	1247
Prairies permanentes	1	0	43	0	207	201	452
Total	325	120	2379	851	1534	201	5693

Tableau 8.4- Exemple de matrice de confusion sur parcelles de contrôle avec la classification de scène 199/26 de Landsat TM en 1984.

Classes	Indice de Hellden (%)	Précision thématique (%)	Précision cartographique (%)	Indice Kappa	Précision générale de la classification (%)
Cours d'eau	82.99	93.85	74.39	0.8363	87.98
Zones urbanisées	81.63	99.05	99.11		
Forêts de feuillus	94.00	94.66	93.37		
Forêts de conifères	94.68	91.07	98.60		
Cultures/prairies temporaires	84.14	76.27	93.83		
Prairies permanentes	61.56	100.00	54.20		

Tableau 8.5- Exemple d'indices précisions de la classification de scène 199/26 de Landsat TM pour la période de juin 1984.

De cette analyse nous arrivons à avoir une performance moyenne de la classification de l'ordre de 88 % avec un indice de Kappa également toujours supérieur à 83 %. La carte d'occupation finale est obtenue selon les mêmes procédures que celles mises en œuvre pour le traitement des images de 2003.

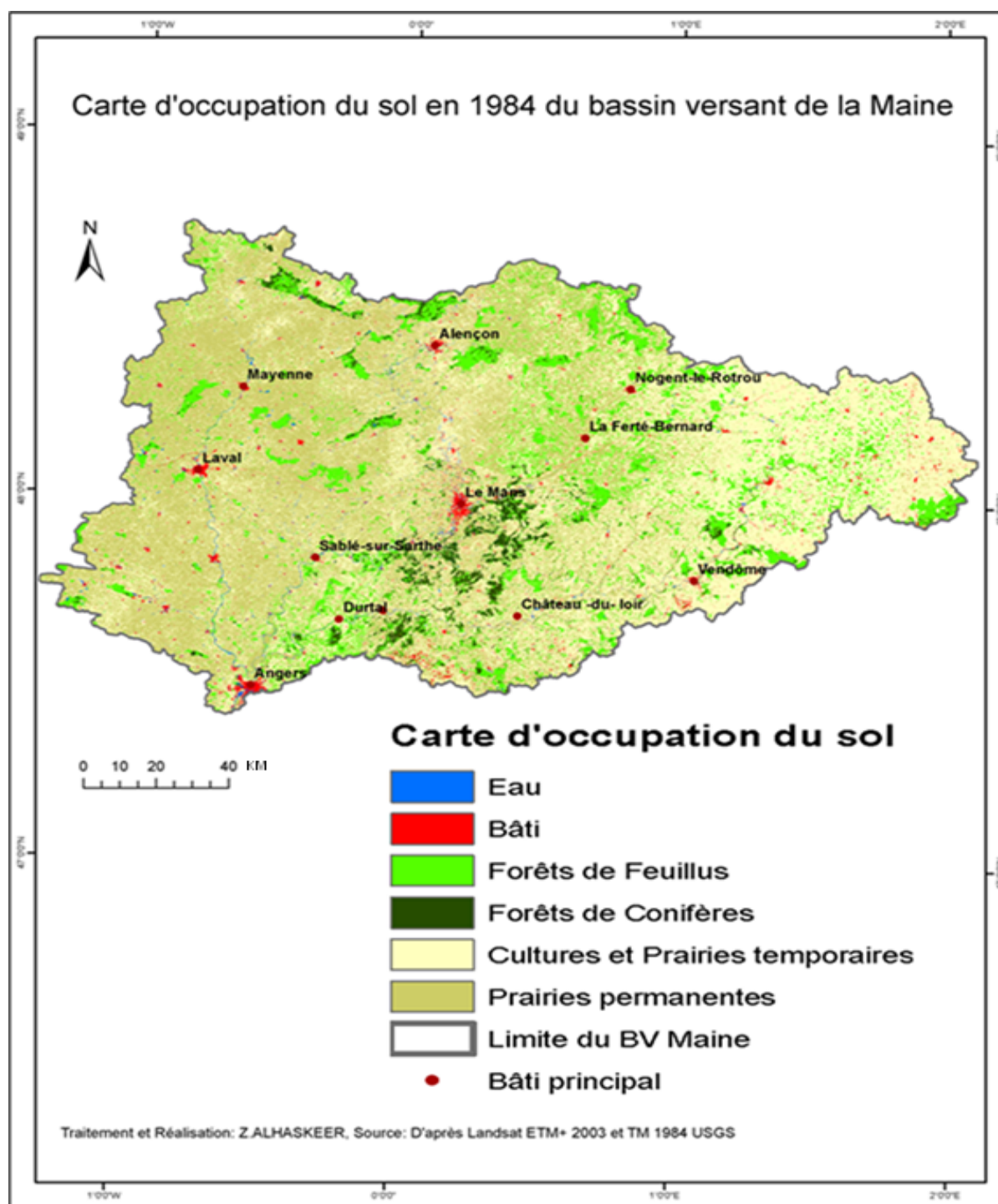


Figure 8.4- Carte d'occupation du sol de 1984 du bassin versant de la Maine en fonction de la méthode de la classification du Maximum de Vraisemblance.

Nous disposons ainsi de deux documents qui vont permettre de faire les comparaisons de l'occupation du sol nécessaires à la mise en évidence des dynamiques paysagères que nous recherchons.

#### 8.4. Détection des changements

A la différence de changements brusques de l'occupation du sol, qui se traduisent par des conversions, les transformations progressives de l'occupation du sol, de faible amplitude et diffuses dans l'espace, restent peu connues à l'échelle globale (Giest et Lambin, 2002), tandis que les études de ces cas à l'échelle locale portant sur ce type de changements se multiplient depuis plusieurs années (Lunetta et Elvidge, 1999).

La mise en évidence des changements consiste à comparer les affectations de l'occupation du sol de chaque point du territoire ce qui engage à uniformiser les classes d'occupation du sol. La présentation des résultats est divisée en trois paragraphes: 1) les changements d'occupation du sol sont d'abord analysés globalement (bassin versant entier), puis 2) en fonction des sous bassin versant, enfin, 3) en fonction des vallées (Figure 8.5).

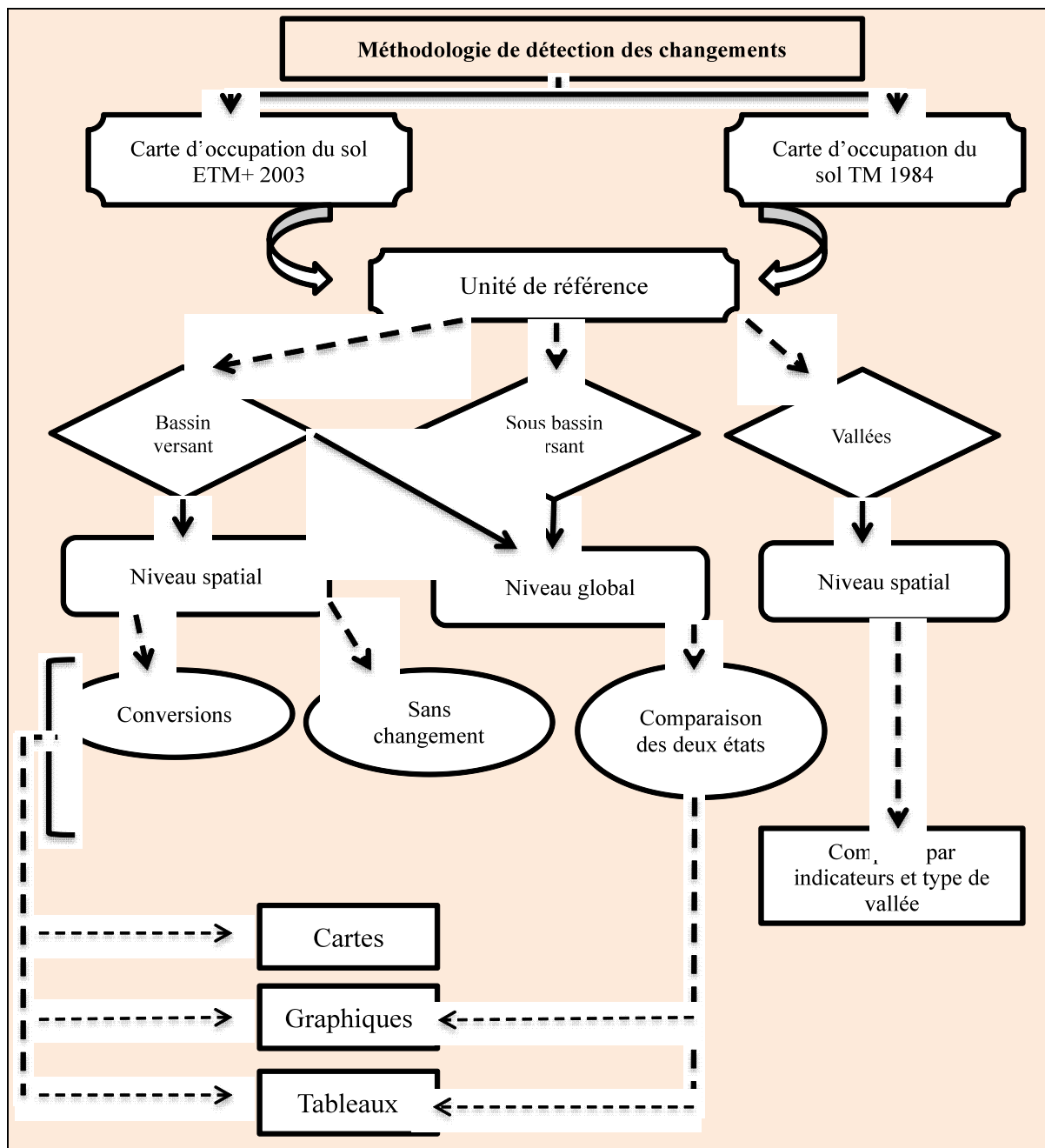


Figure 8.5- Méthodologie de détection des changements.

La détection des changements est évaluée à deux niveaux :

- Au niveau global : par comparaison des deux états d'occupation du sol 1984 et 2003 ; mise en parallèle des superficies des différentes classes d'occupation du sol aux deux dates.
- Au niveau spatial : par analyse croisée des deux états d'occupation du sol appliquée pixel à pixel ; le résultat est exprimé sous la forme d'un tableau croisé (matrice des changements) et de la carte des changements. L'étude de l'évolution des unités d'occupation du sol est fondée sur deux cas de figure. Il s'agit des « conversions » de ces unités qui s'opposent aux situations « sans changement ». La « conversion » est le passage d'une catégorie à une autre comme par exemple des surfaces cultivées qui deviennent bâties. Le terme « sans changement » se rapporte à l'ensemble des classes qui sont restées dans la même classe entre les deux dates, c'est-à-dire n'ayant pas été affectées par les conversions.

#### 8.4.1. Analyse des changements d'occupation du sol à l'unité du bassin versant entier

- *Au niveau global*

L'occupation du sol en 1984 et en 2003 apparaît dans le tableau 8.6 et sur la figure 8.6.

Classe d'occupation du sol	TM 1984		ETM+ 2003	
	En (ha)	En (%)	En (ha)	En (%)
Eau	12 740	0,57	31 106	1,39
Bâti	38 927	1,74	56 877	2,54
Forêts de Feuillus	283 939	12,70	346 611	15,50
Forêts de Conifères	65 563	2,93	62 848	2,81
Cultures et Prairies temporaires	955 491	42,74	1 166 145	52,16
Prairies permanentes	878 911	39,31	571 983	25,59
Total	2 235 573	100,00	2 235 573	100,00

Tableau 8.6- Caractéristiques de l'occupation du sol en 1984 et en 2003.

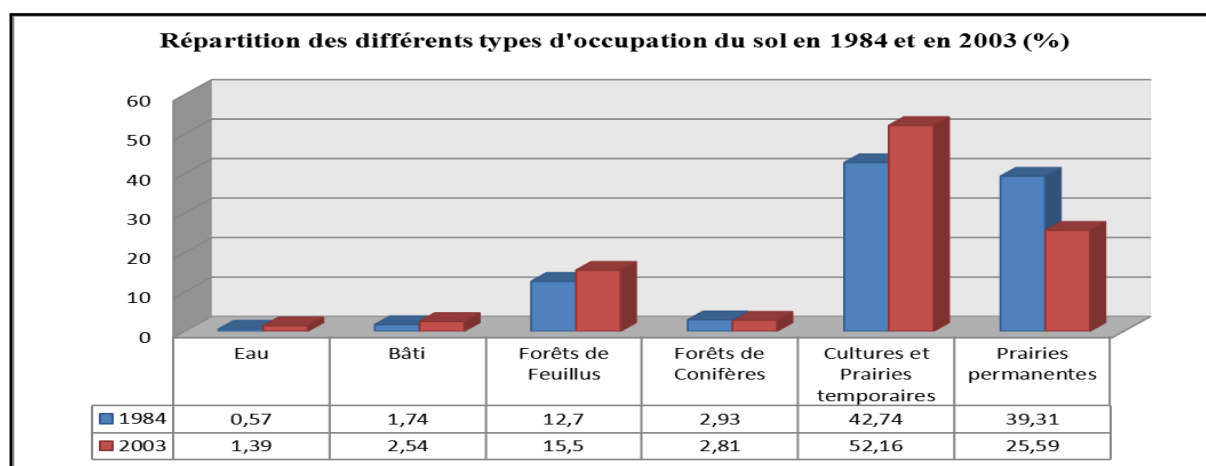


Figure 8.6- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Maine.

L'écart entre les superficies de chaque classe donne une indication globale du changement intervenu. On note une diminution très faible des forêts de conifères de l'ordre de 0,12 %, une augmentation forte des cultures de l'ordre de 10 %. La classe des prairies permanentes est en régression importante de l'ordre de 14 %. La classe du bâti voit sa superficie croître de 0,8 %

environ. On note une augmentation des forêts de feuillus de l'ordre de 2,8 %. La classe de l'eau, correspondant principalement à la rivière, est en progression de l'ordre de 0,82 %. Les trois éléments les plus marquants sont :

- augmentation des forêts de feuillus
- augmentation des cultures et prairies temporaires
- diminution forte des prairies permanentes

• *Au niveau spatial*

La matrice des changements générée par le croisement des cartes d'occupation du sol de 1984 et de 2003 du bassin versant de la Maine montre une évolution au niveau des différentes unités d'occupation du sol. Globalement, comme nous le montre la figure (Figure 8.7) 57,26 % du bassin n'ont pas subi de changements, ce qui correspond à une superficie de 1 280 089 ha sur une surface totale de 2 235 573 ha. À cela, s'ajoutent une superficie de 955 483 ha soit 42,74 % de conversions (Tableau 8.7).

Période	Superficies sans changements		Superficies convertées		Total (ha)
	(ha)	%	(ha)	%	
1984-2003	1 280 089	57,26	955 483	42,74	2 235 573

*Tableau 8.7- Répartition des changements entre 1984 et 2003.*

Le changement majeur d'occupation du sol (Tableau 8.8 et Figure 8.7) au cours de la période 1984-2003 est la croissance de 50 % des zones urbaines qui passent ainsi de 38 927 ha (1,74 % de la surface du BV) à 56 877 ha (2,54 % de la surface) (Figure 8.7). Cette croissance urbaine globale procède par étalement autour des agglomérations principales (Angers, Le Mans, Alençon et Laval), par étalement sur les marges et par implantation de nouveaux noyaux urbains. Cette croissance s'est localisée préférentiellement le long des axes routiers. L'autre changement majeur est la croissance de 32 % des cultures et prairies permanentes qui passent ainsi de 955 491 ha (42,74 % de la surface du BV) à 1 166 145 ha (52,16 % de la surface). Cette croissance agricole globale procède par transfert des surfaces toujours en herbe aux cultures (fourragères), en particulier dans le bassin versant de la Mayenne. En parallèle, nous relevons la croissance de 20 % des forêts de feuillus qui passent ainsi de 283 939 ha (12,70 % de la surface du BV) à 346 611 ha (15,50 % de la surface). Cette croissance forestière procède par augmentation de la fermeture des paysages en particulier les fonds des vallées comme nous le montrerons par la suite.

Ce tableau se lit par ligne où les pourcentages traduisent la contribution des types d'occupation du sol de 1984 à la contribution de l'occupation du sol en 2003. Trois niveaux de contribution ont été définis en fonction de ces pourcentages (faible, moyen, fort).							
		Classes 1984					
		Eau	Bâti	Forêts de feuillus	Forêts de conifères	Cultures et prairies temporaires	Prairies permanentes
Classes 2003	Eau	48	2	2	4	1	1
	Bâti	17	56	1	1	2	1
	Forêts de feuillus	11	4	52	32	8	9
	Forêts de conifères	3	1	9	49	1	1
	Cultures et prairies temporaires	16	34	31	12	74	48
	Prairies permanentes	5	3	5	2	14	40
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Changements des classes	60	44	48	51	25	60
	Différences d'images	138	50	13	-1	32	-43
Légende		Contribution forte 30-50%		Contribution moyenne 15-30%		Contribution faible 0-15%	Permanence

*Tableau 8.8- Transferts d'occupation du sol du bassin versant de la Maine entre 1984 et 2003.*



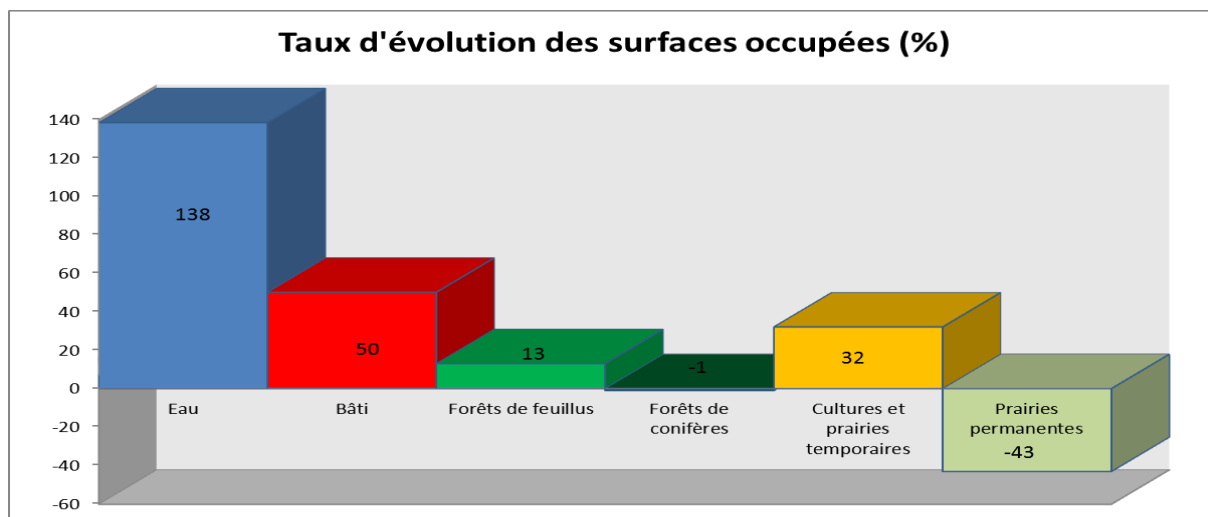


Figure 8.7- Taux d'évolution des surfaces d'occupation du sol au BV de la Maine entre 1984 et 2003.

Corrélativement à cette croissance dans les classes de bâti, de forêts de feuillus et des cultures, les espaces herbagers régressent sensiblement (-43 %) (Figure 8.7). En 2003, les prairies permanentes représentent ainsi 26 % de la surface du BV de la Maine (contre 39 % en 1984). Les forêts de conifères régressent faiblement (-1 %). En 2003 les forêts de conifères représentent ainsi 2,81 % de la surface du BV de la Maine (contre 2,93 % en 1984).

L'analyse des transferts d'occupation du sol à l'échelle du bassin versant de la Maine (Tableau 8.8) montre que 2 % de la tache urbaine en 2003 a été bâtie sur les espaces agricoles qui étaient cultivés en 1984, 2 % sur des forêts et 1% sur des prairies permanentes. Le tableau (8.8) montre également la conversion des espaces forestiers en espaces cultivés (31 %) pour les forêts de feuillus et (12 %) pour les forêts de conifères. Ce chiffre met en évidence une erreur dans la classe des forêts. Ainsi il montre l'importance des conversions des espaces herbagers en espaces cultivés (48 %). Ce chiffre s'explique principalement par l'ampleur de la disparition des prairies permanentes au profit des cultures.

D'un point de vue statistique, l'analyse spatiale révèle que seulement 75 % des espaces cultivés sont identiques aux deux dates. Depuis 1984, 210 654 ha d'espaces cultivés ont été convertis en un type d'occupation du sol différent, dont 21 500 ha en espace urbain. Ainsi, si l'agriculture a reculé sur certains espaces entre 1984 et 2003, cette activité a gagné de la surface (+79 600 ha) sur des espaces forestiers ou (+131 600 ha) à vocation herbagère. Le gain des espaces forestiers a été réalisé principalement dans les bassins versants de la Mayenne et de la Sarthe.

Par ailleurs, l'analyse spatiale révèle que seulement 40 % des espaces en prairies sont identiques aux deux dates. Depuis 1984, 526 500 ha d'espaces herbagers ont été convertis en un type d'occupation du sol différent, dont 8 900 ha en espace urbain. Ainsi, si les prairies permanentes ont reculées sur certains espaces entre 1984 et 2003, cette activité a gagné de la surface (+80 700 ha) sur des espaces forestiers ou (+429 900 ha) aux espaces cultivés. L'importance des faux changements entre les prairies permanentes et les couvertures forestières explique en grande partie cette variation.

Enfin, les résultats illustrent une nette progression de tache urbaine, qui reflète l'augmentation du nombre des bâtiments dans l'ensemble du bassin versant de la Maine, les surfaces occupées par des zones industrielles ont fortement augmenté de même que les terrains arborés et les surfaces cultivées, par contre la végétation herbacée diminue, il s'agit de la classe qui a le plus pâti de l'extension des autres.



#### 8.4.2. Analyse des changements d'occupation du sol par sous bassin versant

L'analyse des changements d'occupation du sol par sous bassin révèle de grandes disparités au sein des bassins versants entre 1984 et 2003. Le tableau 8.9 montre les répartitions des classes de l'occupation du sol en 1984 et 2003. On explique les caractéristiques de l'évolution de l'occupation du sol par chaque bassin versant.

Sous bassin		Le Loir	La Sarthe (hors Huisne)	La Mayenne (hors Oudon)	L'Huisne	L'Oudon	La Maine
Classe en 1984							
Eau	ha	2 983	3 624	3 924	571	1 089	823
	%	0,36	0,65	0,90	0,24	0,73	3,41
Bâti	ha	13 983	9 851	6 348	3 624	1 905	2 916
	%	1,70	1,77	1,46	1,51	1,28	12,09
Forêts de Feuillus	ha	128 553	59 785	33 836	51 513	6 698	2 250
	%	15,59	10,76	7,79	21,45	4,52	9,33
Forêts de Conifères	ha	27 680	18 767	62 09	11 727	758	269
	%	3,36	3,38	1,43	4,88	0,51	1,11
Cultures et Prairies temporaires	ha	516 005	185 115	107 904	90 378	42 538	85 89
	%	62,60	33,30	24,83	37,64	28,68	35,60
Prairies permanentes	ha	135 129	278 725	276 298	82 319	95 312	9 281
	%	16,39	50,14	63,59	34,28	64,27	38,47
Total en (ha)		824 333	555 867	434 519	240 133	148 300	24 128

Sous bassin		Le Loir	La Sarthe (hors Huisne)	La Mayenne (hors Oudon)	L'Huisne	L'Oudon	La Maine
Classe en 2003							
Eau	ha	4 215	80 28	11 445	2 158	1 130	1 203
	%	0,51	1,45	2,64	0,90	0,76	5,00
Bâti	ha	15 562	14 274	13 220	6 210	3 318	5 124
	%	1,89	2,57	3,05	2,59	2,24	21,32
Forêts de Feuillus	ha	121 330	96 063	68 419	48 777	8 381	2 327
	%	14,73	17,31	15,78	20,33	5,67	9,68
Forêts de Conifères	ha	21 475	20 502	65 44	12 820	1 674	169
	%	2,61	3,69	1,51	5,34	1,13	0,70
Cultures et Prairies temporaires	ha	543 450	250 472	181 644	105 431	70 613	8 955
	%	65,93	45,12	41,89	43,95	47,76	37,26
Prairies permanentes	ha	118 301	166 528	153 248	64 738	63 184	6 350
	%	14,35	30,00	35,34	26,99	42,73	26,03
Total en (ha)		824 333	555 867	434 519	240 133	148 300	24 128

Tableau 8.9- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 et dans les sous bassins versants de la Maine.

#### 8.4.2.1. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant du Loir

Les changements entre 1984 et 2003 du bassin versant du Loir se caractérisent par (Figure 8.9):

■ L'eau au total, occupe quelque 2 983 hectares soit 0,36 % de la superficie totale en 1984 et 4 215 hectares soit 0,51 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 0,15 %.

■ Les surfaces bâties occupent 13 983 hectares soit 1,70 % de la superficie totale en 1984 et 15 562 hectares soit 1,89 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 0,19 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 128 553 hectares soit 15,59 % de la superficie totale en 1984 et 121 330 hectares soit 14,73 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont régressé avec une part faible de surface convertie dans le total (- 0,86%).

■ Les forêts de conifères présentent 27 680 hectares soit 3,36 % de la superficie totale en 1984 et 21 475 hectares soit 2,61 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont régressé avec une part faible de surface convertie dans le total (- 0,75%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une grande partie de la superficie du bassin du Loir, dont elles présentent 516 005 hectares soit 62,60 % de la superficie totale en 1984 et 543 450 hectares soit 65,93 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part moyenne de surface convertie dans le total (+ 3,33 %) entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces forestières et des prairies permanentes.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante dans le Loir en aval, dont elles présentent 135 129 hectares soit 16,39 % de la superficie totale en 1984 et 118 301 hectares soit 14,35 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part moyenne de surface convertie dans le total (- 2,04 %). On constate que les prairies permanentes sont principalement converties en cultures/prairies temporaires surtout dans l'est du bassin du Loir.

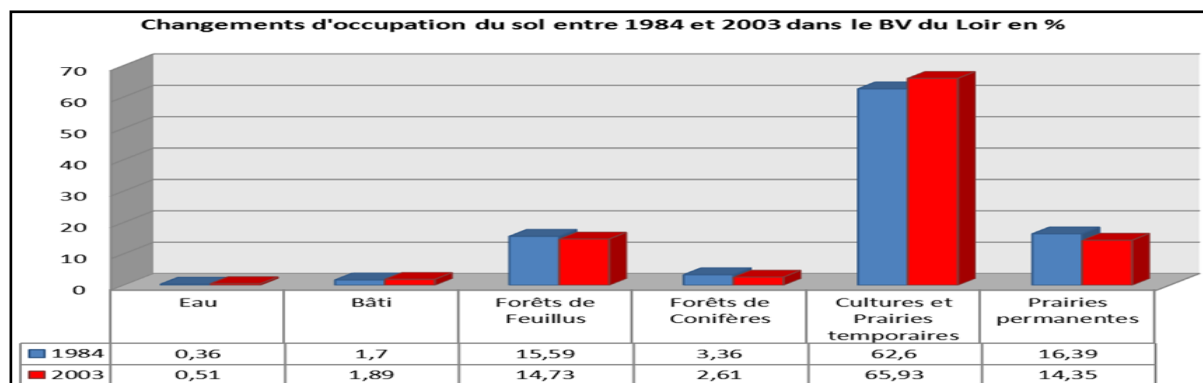


Figure 8.9- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV du Loir.



Enfin, on peut retenir que le bassin versant du Loir est caractérisé par une grande part des cultures et prairies temporaires avec de faibles changements de l'occupation du sol entre 1984 et 2003 (Figure 8.10).

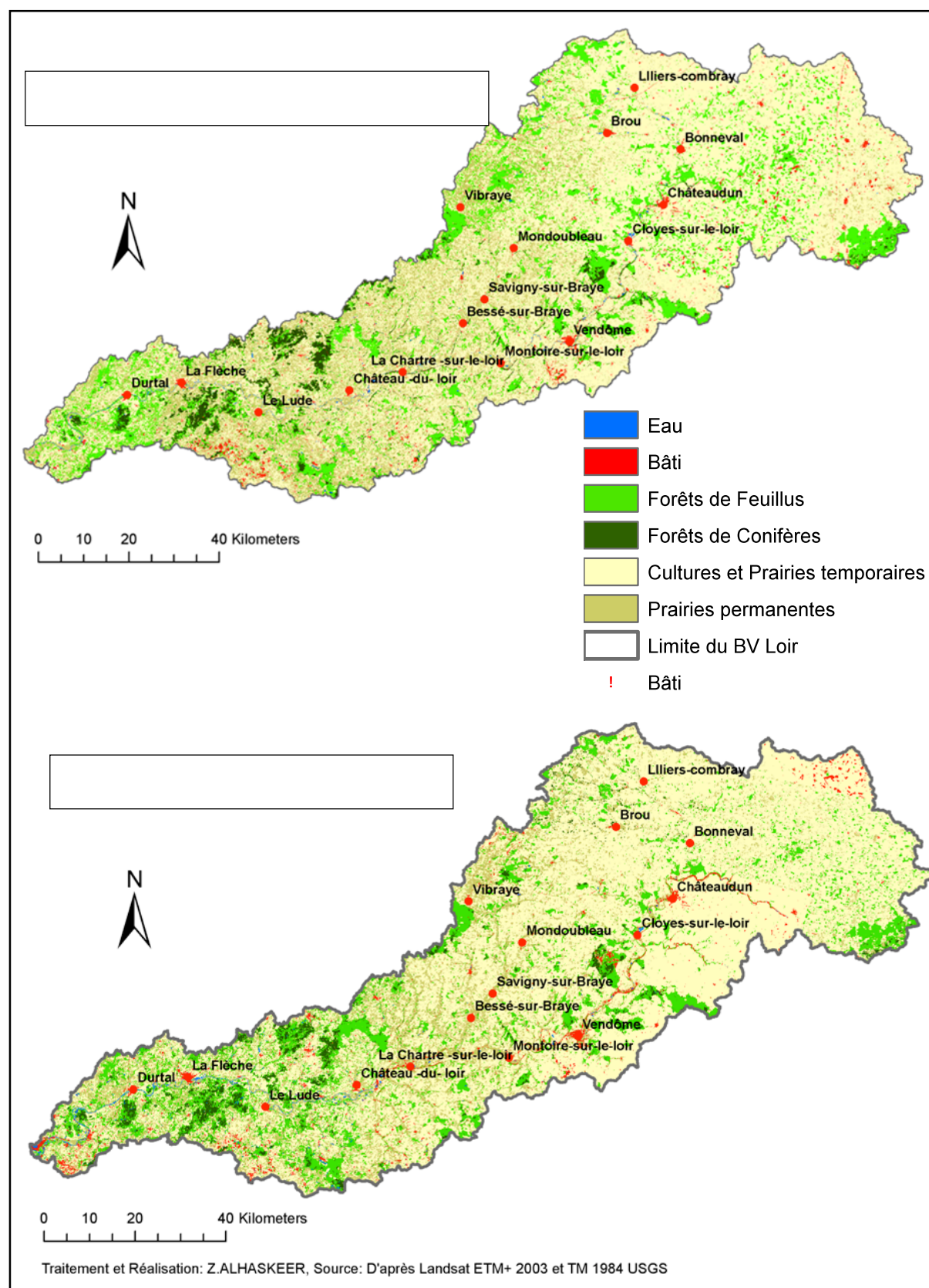


Figure 8.10 - Changements d'occupation du sol du BV du Loir entre 1984 et 2003.



#### 8.4.2.2. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de la Sarthe (hors Huisne)

Les changements entre 1984 et 2003 du bassin versant de la Sarthe (sans Huisne) se caractérisent par (Figure 8.11) :

■ L'eau au total, occupe quelque 3 624 hectares soit 0,65 % de la superficie totale en 1984 et 8 028 hectares soit 1,45 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 0,8 % phase d'eau de gravières).

■ Les surfaces bâties occupent 9 851 hectares soit 1,77 % de la superficie totale en 1984 et 1 4274 hectares soit 2,54 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 0,8 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 59 785 hectares soit 10,76 % de la superficie totale en 1984 et 9 6063 hectares soit 17,31 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total est de + 6,55%.

■ Les forêts de conifères présentent 18 767 hectares soit 3,38 % de la superficie totale en 1984 et 20 502 hectares soit 3,69 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont augmenté avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 0,31%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une partie importante de la superficie du bassin de la Sarthe, dont elles présentent 185 115 hectares soit 33,30 % de la superficie totale en 1984 et 250 472 hectares soit 45,12 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+11,82%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une grande partie, en particulier dans la Sarthe en aval du Mans, dont elles présentent 278 725 hectares soit 45,12 % de la superficie totale en 1984 et 166 528 hectares soit 30,00 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part très forte de surface convertie dans le total (-20,14%). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les cultures/prairies temporaires surtout entre Le Mans et Alençon.

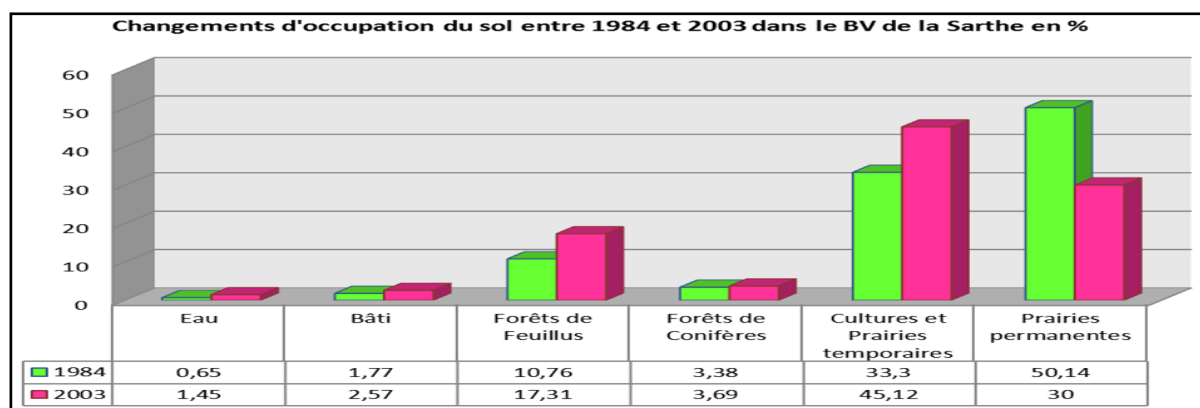


Figure 8.11- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Sarthe (hors Huisne).

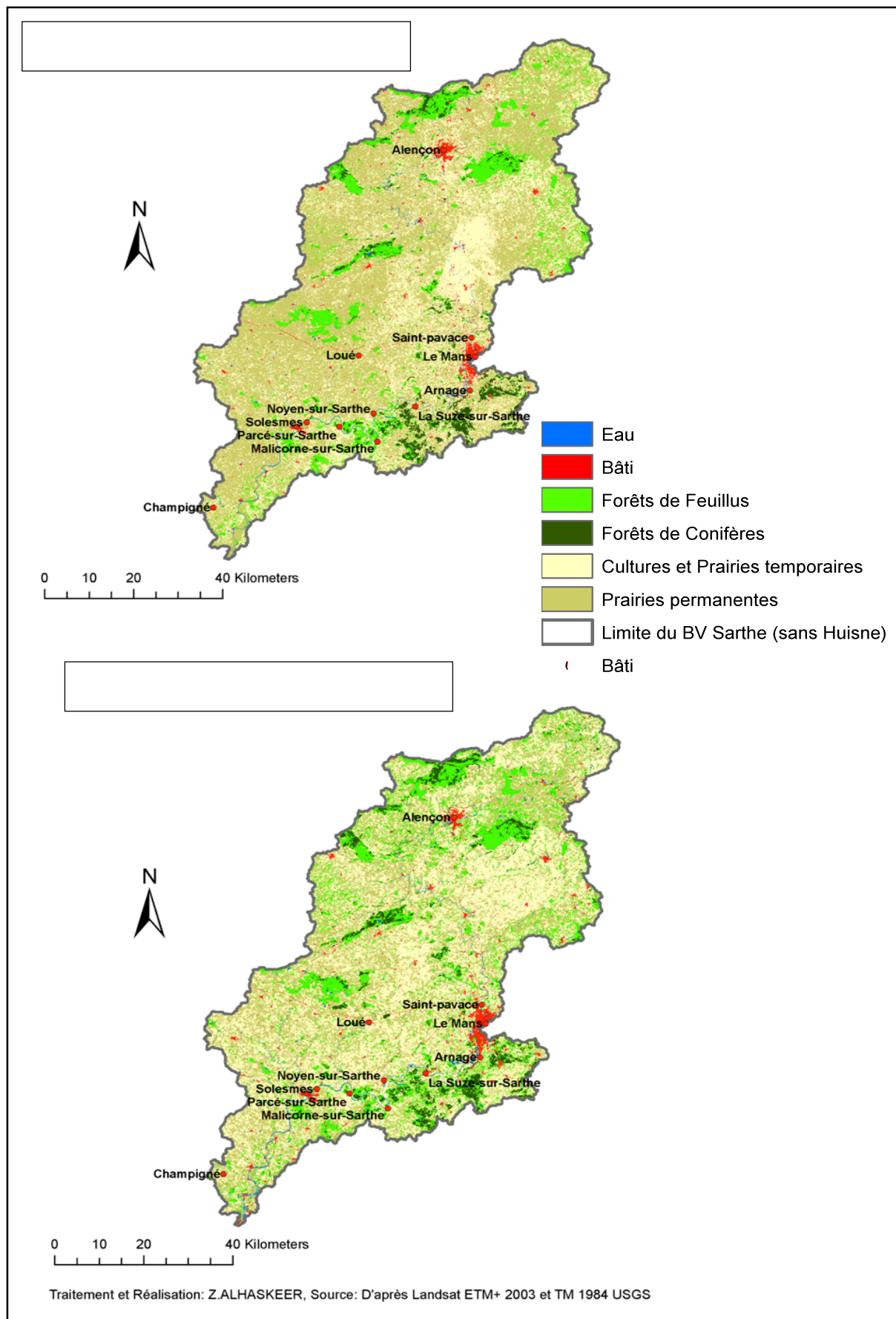


Figure 8.12- Changements d'occupation du sol du BV de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.

#### 8.4.2.3. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de la Mayenne (hors Oudon)

Les changements entre 1984 et 2003 du bassin versant de la Mayenne (sans le bassin de l'Oudon) se caractérisent par (Figure 8.13):

■ L'eau au total, occupe quelque 3 924 hectares soit 0,90 % de la superficie totale en 1984 et 11 445 hectares soit 2,64 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 1,74%.

■ Les surfaces bâties occupent 6 348 hectares soit 1,46 % de la superficie totale en 1984 et 13 220 hectares soit 3,05 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 1,59%.

■ Les forêts de feuillus présentent 33 836 hectares soit 7,79 % de la superficie totale en 1984 et 68 419 hectares soit 15,78 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+ 7,99%).

■ Les forêts de conifères présentent 6 209 hectares soit 1,43 % de la superficie totale en 1984 et 65 44 hectares soit 1,51 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont augmenté avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 0,08%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une partie importante de la superficie du bassin de la Mayenne, dont elles présentent 107 904 hectares soit 24,83 % de la superficie totale en 1984 et 181 644 hectares soit 41,89 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+17,06%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une grande partie, dont elles présentent 276 298 hectares soit 63,59 % de la superficie totale en 1984 et 153 248 hectares soit 35,34 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part très forte de surface convertie dans le total (- 28,25%). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les cultures/prairies temporaires et les forêts de feuillus.

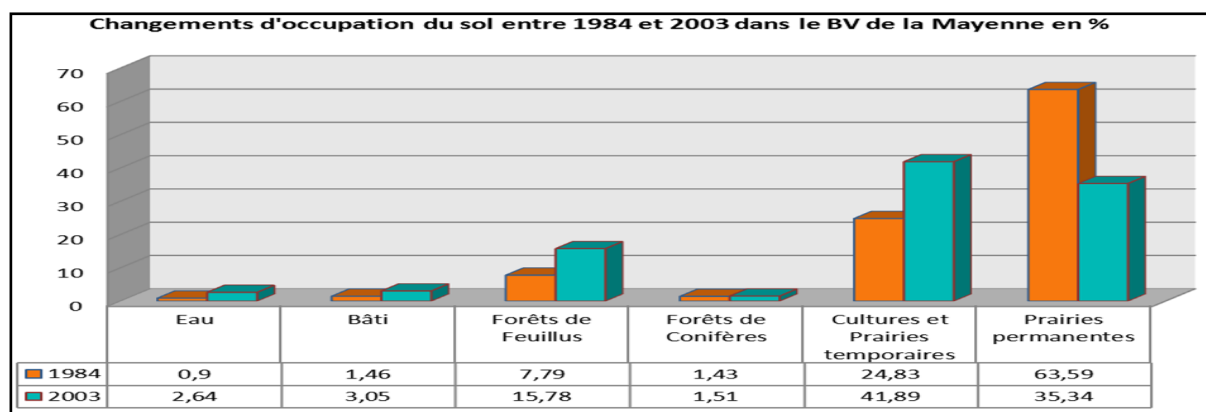


Figure 8.13- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Mayenne (hors Oudon).

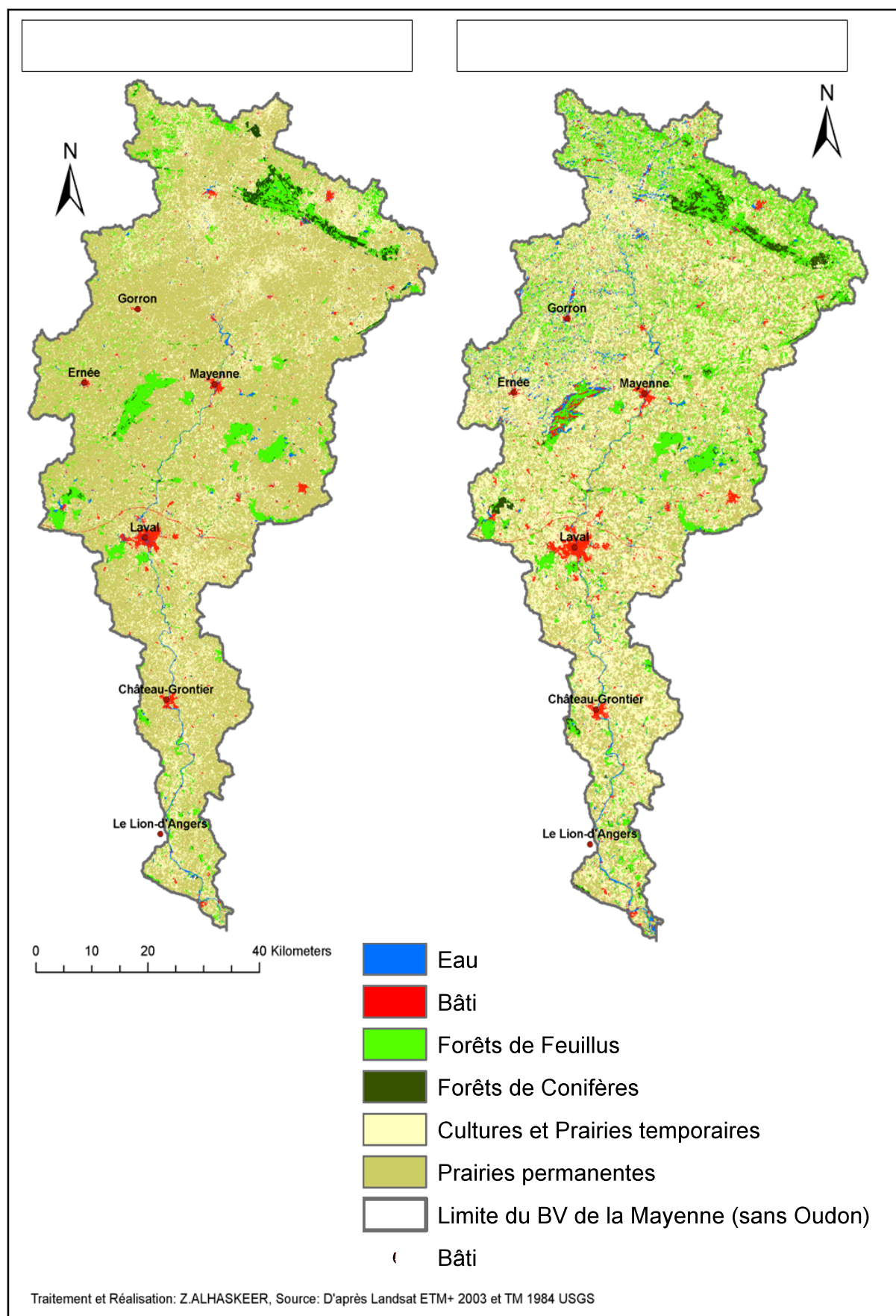


Figure 8.14- Changements d'occupation du sol du BV de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.



#### 8.4.2.4. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de l' Huisne

Les changements entre 1984 et 2003 du bassin versant de l'Huisne se caractérisent par (Figure 8.15):

■ L'eau au total, occupe quelque 571 hectares soit 0,24 % de la superficie totale en 1984 et 2 158 hectares soit 0,90 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 0,66 %.

■ Les surfaces bâties occupent 3 624 hectares soit 1,51 % de la superficie totale en 1984 et 6 210 hectares soit 2,59 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 1,08 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 51 513 hectares soit 21,45 % de la superficie totale en 1984 et 48 777 hectares soit 20,33 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont régressé avec une part faible de surface convertie dans le total (-1,12%).

■ Les forêts de conifères présentent 11 727 hectares soit 4,88 % de la superficie totale en 1984 et 12 820 hectares soit 5,34 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont augmenté avec part très faible de surface convertie dans le total (+ 0,46 %).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une grande partie de la superficie du bassin de la Mayenne, dont elles présentent 90 378 hectares soit 37,64 % de la superficie totale en 1984 et 105 431 hectares soit 43,95 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec part forte de surface convertie dans le total (+ 6,31%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 82 319 hectares soit 34,28 % de la superficie totale en 1984 et 64 738 hectares soit 26,99 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec part forte de surface convertie dans le total (-7,29 %). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les cultures/prairies temporaires et les surfaces bâties.

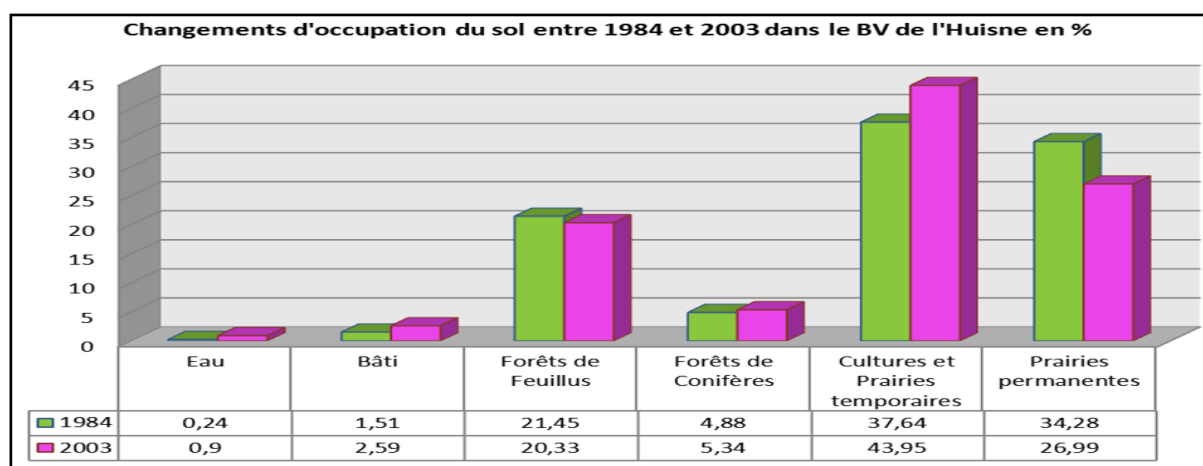


Figure 8.15- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de l'Huisne.



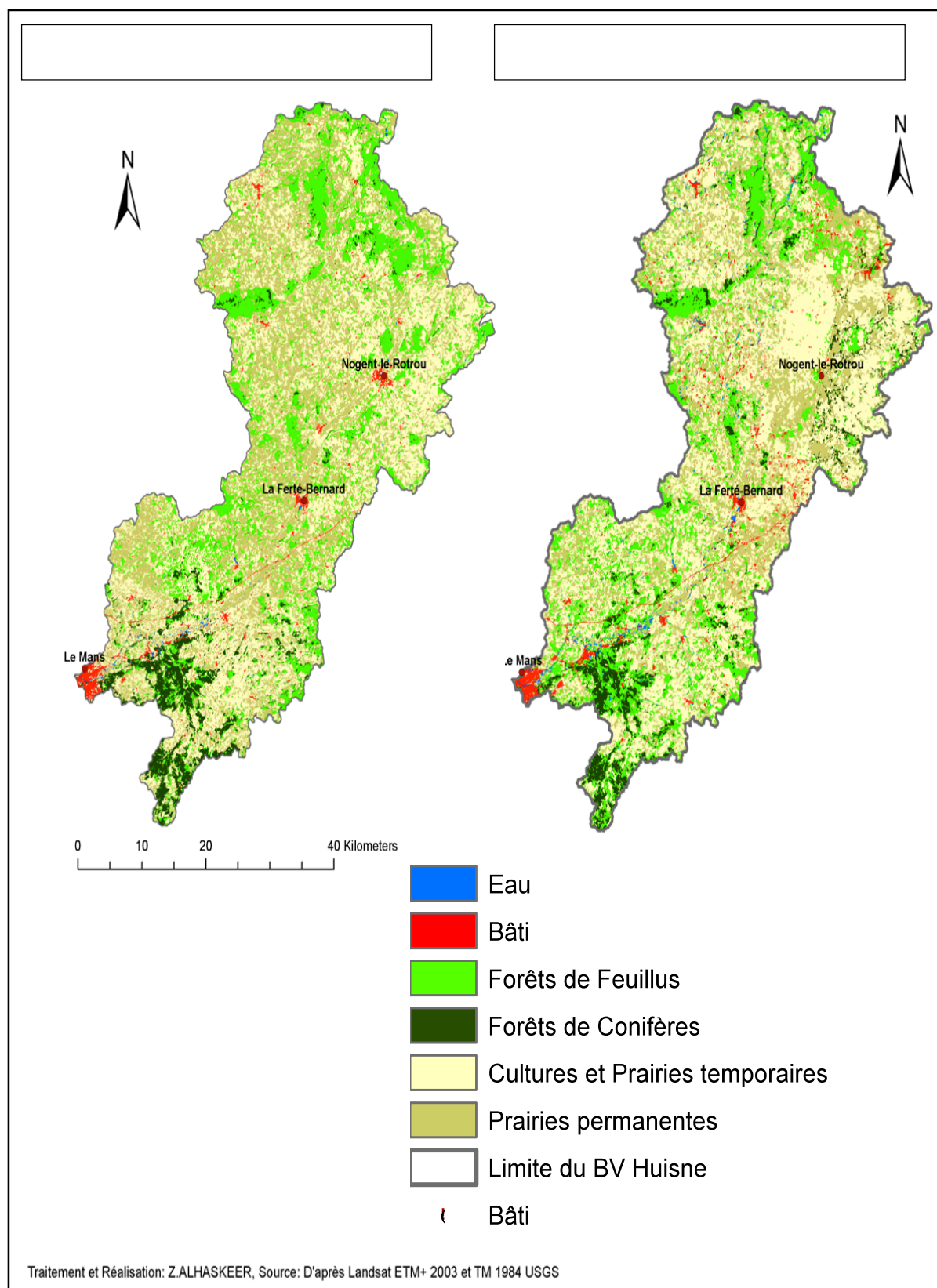


Figure 8.16- Changements d'occupation du sol du BV de l'Huisne entre 1984 et 2003.

#### 8.4.2.5. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oudon

Les changements entre 1984 et 2003 du bassin versant de l'Oudon se caractérisent par (Figure 8.17):

■ L'eau au total, occupe quelque 1 089 hectares soit 0,73 % de la superficie totale en 1984 et 1 130 hectares soit 0,76 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de (+ 0,03%).

■ Les surfaces bâties occupent 1 905 hectares soit 1,28 % de la superficie totale en 1984 et 3 318 hectares soit 2,24 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de (+ 0,96%).

■ Les forêts de feuillus présentent 6 698 hectares soit 4,52 % de la superficie totale en 1984 et 8 381 hectares soit 5,67 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 1,15%).

■ Les forêts de conifères présentent 758 hectares soit 0,51 % de la superficie totale en 1984 et 1 674 hectares soit 1,13 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont progressé avec une part très faible de surface convertie dans le total (+ 0,62%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent 42 538 hectares soit 28,68 % de la superficie totale en 1984 et 70 613 hectares soit 47,76 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont fortement progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+ 19,08%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 95 312 hectares soit 64,27 % de la superficie totale en 1984 et 63 184 hectares soit 42,73 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part forte de surface convertie dans le total (-21,54%). On constate que les prairies permanentes sont principalement converties, entre 1984 et 2003, vers les cultures/prairies temporaires.

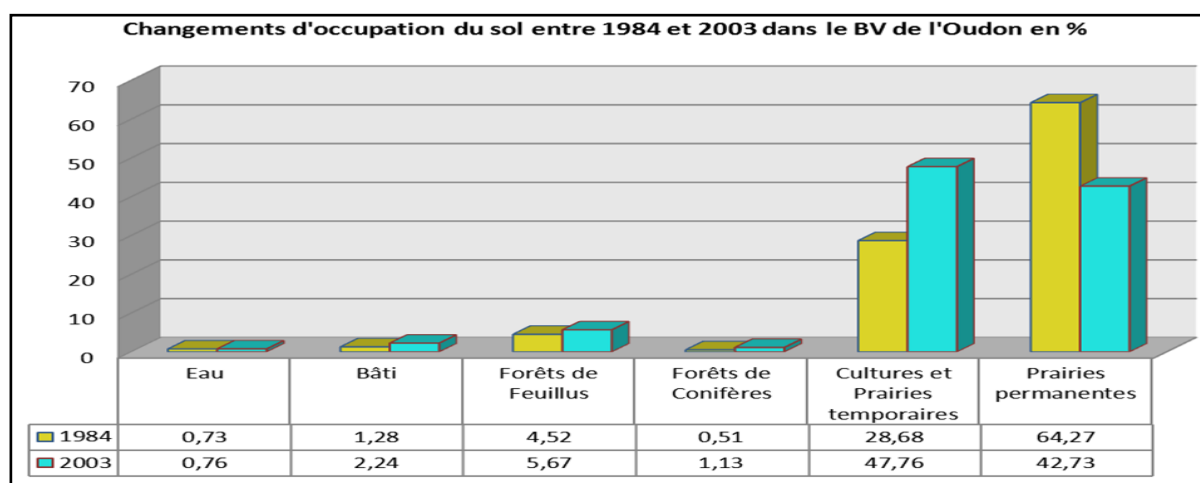


Figure 8.17- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de l'Oudon.

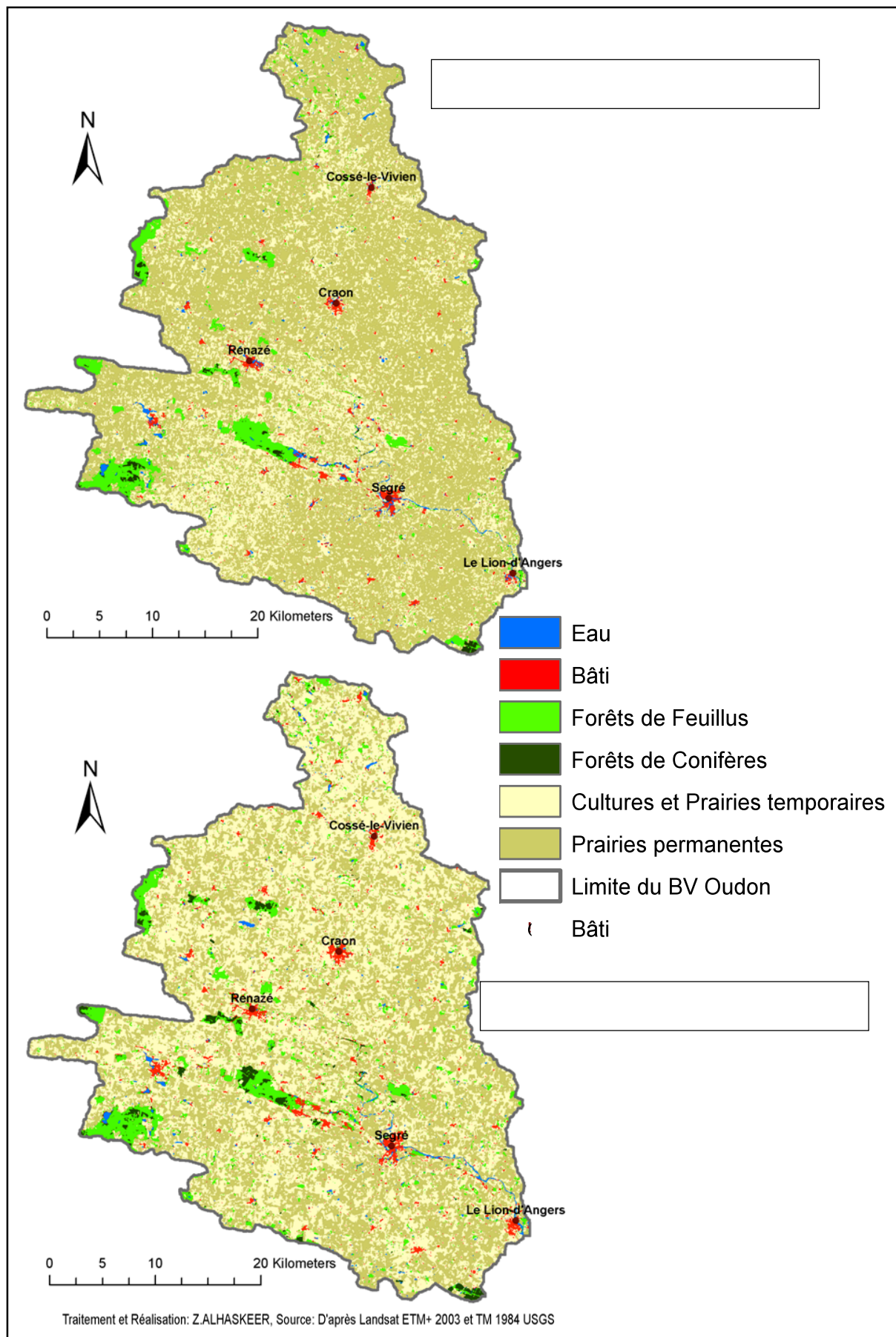


Figure 8.18- Changements d'occupation du sol du BV de l'Oudon entre 1984 et 2003.

#### 8.4.2.6. Analyse des changements d'occupation du sol dans le sous-bassin versant aval de la Maine

Les changements entre 1984 et 2003 du sous-bassin versant aval de la Maine (la portion à l'aval des confluences des trois affluents principaux) se caractérisent par (Figure 8.19) :

■ L'eau au total, occupe quelque 823 hectares soit 3,41 % de la superficie totale en 1984 et 1 203 hectares soit 5,00 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 1,59 %.

■ Les surfaces bâties occupent 2 916 hectares soit 12,09 % de la superficie totale en 1984 et 5 124 hectares soit 21,32 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 9,23 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 2 250 hectares soit 9,33 % de la superficie totale en 1984 et 2 327 hectares soit 9,68 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 0,35%).

■ Les forêts de conifères présentent 269 hectares soit 1,11 % de la superficie totale en 1984 et 169 hectares soit 0,70 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont progressé avec une part très faible de surface convertie dans le total (- 0,41 %).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent 8 589 hectares soit 35,60 % de la superficie totale en 1984 et 8 955 hectares soit 37,26 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont faiblement progressé avec une part de surface convertie dans le total (+1,66%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 9 281 hectares soit 38,47 % de la superficie totale en 1984 et 6 350 hectares soit 26,03 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part forte de surface convertie dans le total (-12,44 %). On constate que les prairies permanentes sont principalement converties, entre 1984 et 2003, vers les surfaces bâties et les cultures/prairies temporaires.

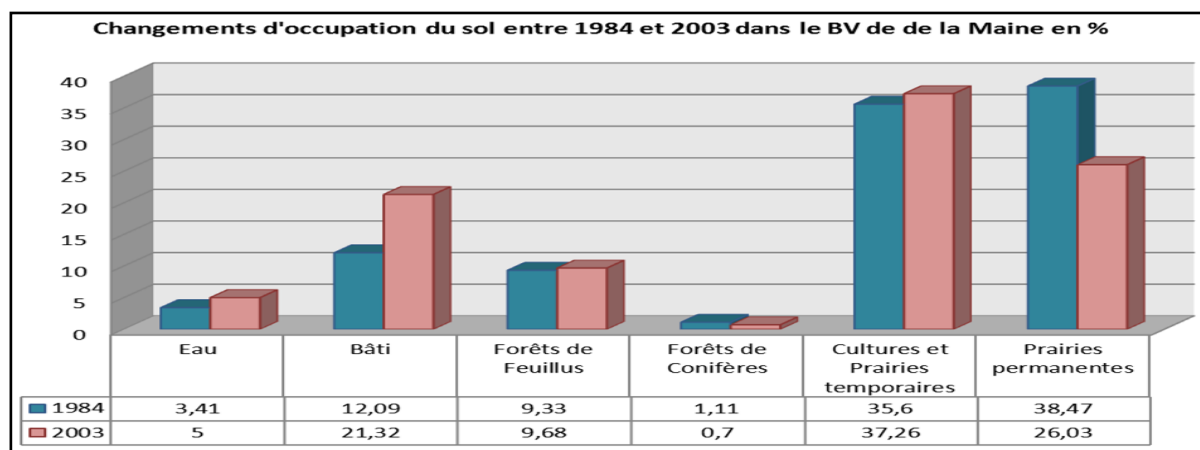


Figure 8.19- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Maine aval.



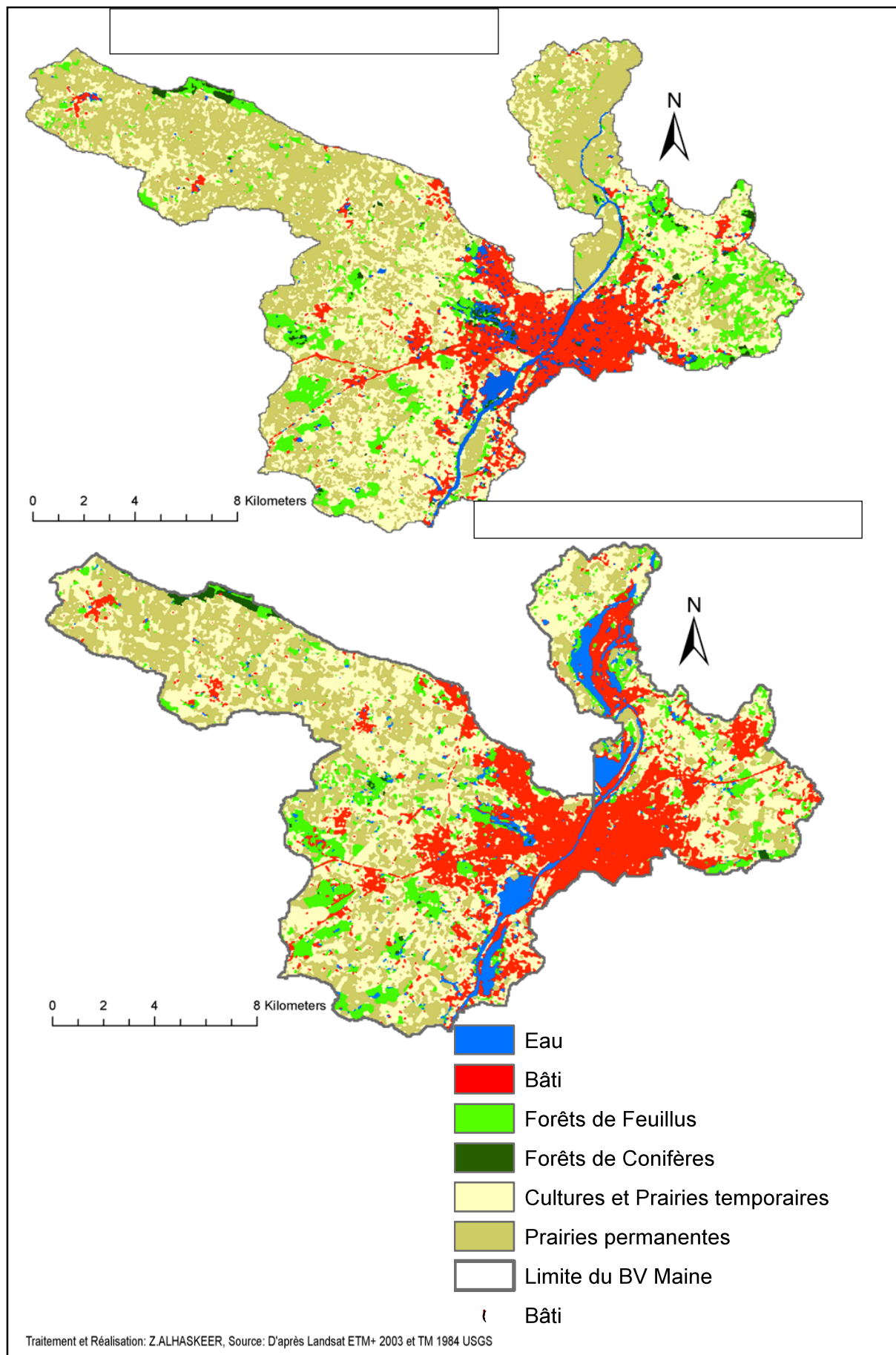


Figure 8.20- Changements d'occupation du sol du BV de la Maine aval entre 1984 et 2003.



#### *8.4.2.7. Comparaison des changements d'occupation du sol entre les sous bassins versants*

L'analyse des changements d'occupation du sol entre les sous bassins versants révèle de grandes disparités au sein des bassins versants. La classe de bâti a progressé surtout dans le sous-bassin de la Maine aval et de l'Huisne. On retrouve ce même phénomène dans la classe « eau », avec toutefois une croissance beaucoup moins importante.

Les surfaces des forêts de feuillus ont également progressé dans le bassin de la Sarthe, de la Mayenne, de l'Oudon et dans le sous-bassin de la Maine aval, mais elles ont régressé dans le bassin du Loir et de l'Huisne. Ce recul des forêts de feuillus dans ces bassins se fait au profit d'une croissance des taches urbaines et des surfaces cultivées.

Les forêts de conifères se caractérisent par une très faible croissance dans l'ensemble des sous bassins versants de la Maine, sauf dans ceux du Loir et de l'aval de la Maine. Ce recul se fait au profit d'une croissance des surfaces cultivées et des taches urbaines.

Les surfaces qui sont occupées par des cultures et en prairies temporaires sont toujours en progression dans l'ensemble des sous bassins de la Maine, au détriment des surfaces en prairies permanentes.

Enfin, la classe de prairies permanentes est la classe la plus convertie en autres classes d'occupation du sol. Cette classe a toujours reculé dans l'ensemble des sous bassins versants de la Maine au profit des cultures, des taches urbaines et des surfaces forestières. Ce recul est le plus fort dans le bassin de la Mayenne (-28,25 %), de la Sarthe (-20,14 %), de l'Oudon (-21,54 %) et de la Maine aval (-12,44 %), mais il est moins important dans le bassin du Loir (-2,04 %) et de l'Huisne (-7,29 %). En effet, ce recul est au profit des cultures, car l'agriculteur transforme les espaces en prairies permanentes servant au pâturage en cultures annuelles (fourragères), du fait de l'évolution des systèmes d'élevage, ou en céréales et oléoprotéagineux. La conversion moins importante sur le Loir peut s'expliquer par l'orientation en grandes cultures de l'est de ce bassin depuis longue date. Par ailleurs, dans une moindre ampleur, les prairies permanentes sont remplacées par des lotissements et des boisements. La figure 8.21 synthétise le degré des disparités de l'évolution de l'occupation du sol dans les 6 sous-bassins versants de la Maine.

#### **8.4.3. Analyse des changements d'occupation du sol à l'unité de vallée**

On a extrait les cartes d'occupation du sol des vallées par application du masque des limites des vallées à des cartes d'occupation du sol à l'unité du bassin versant de la Maine. Le tableau 8.10 montre les répartitions des classes de l'occupation du sol en 1984 et 2003. L'analyse de l'évolution de l'occupation du sol dans les vallées permet de répondre aux questions concernant l'impact du changement d'échelle sur les résultats de l'occupation du sol. Ainsi cette analyse montre s'il y a de grandes disparités au sein des vallées des bassins versants entre 1984 et 2003 ou non.

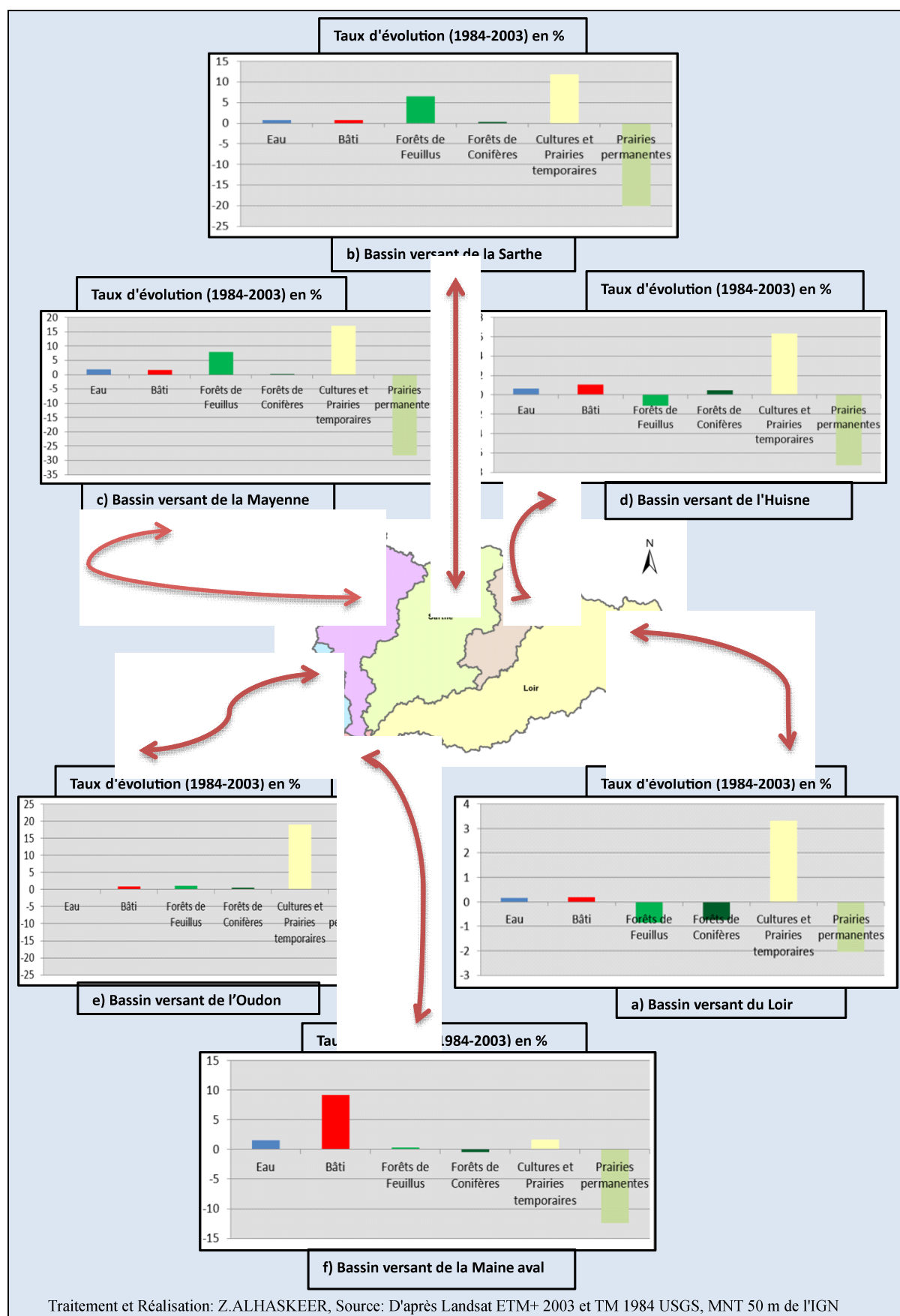


Figure 8.21- Évolution de l'occupation du sol dans les 6 sous-bassins versants de la Maine.

Vallées du sous bassin		Le Loir	La Sarthe (hors Huisne)	La Mayenne (hors Oudon)	L'Huisne	L'Oudon	La Maine aval
Classe en 1984							
Eau	ha	2 113	2 234	2 001	341	521	454
	%	1,51	2,74	4,85	0,80	2,64	8,53
Bâti	ha	3 838	2 744	871	1 493	482	601
	%	2,74	3,36	2,11	3,49	2,44	11,30
Forêts de Feuillus	ha	20 943	5 114	3 195	6 244	528	348
	%	14,93	6,26	7,75	14,60	2,68	6,53
Forêts de Conifères	ha	6 422	2 111	838	2 308	109	63
	%	4,58	2,58	2,03	5,40	0,55	1,18
Cultures et Prairies temporaires	ha	73 680	27 660	11 394	14 967	6 018	1 436
	%	52,54	33,87	27,63	35,00	30,51	26,97
Prairies permanentes	ha	33 233	41 799	22 946	17 410	12 066	2 422
	%	23,70	51,19	55,63	40,71	61,17	45,50
Total en (ha)		140 229	81 662	41 246	42 763	19 724	5 323

Vallées du sous bassin		Le Loir	La Sarthe (hors Huisne)	La Mayenne (hors Oudon)	L'Huisne	L'Oudon	La Maine aval
Classe en 2003							
Eau	ha	2 935	4 355	3 813	1 035	627	994
	%	2,09	5,33	9,25	2,42	3,18	18,67
Bâti	ha	6 454	3 963	1 796	1 905	863	1 364
	%	4,60	4,85	4,35	4,46	4,37	25,62
Forêts de Feuillus	ha	23 771	13 637	6 285	8 147	962	419
	%	16,95	16,70	15,24	19,05	4,88	7,87
Forêts de Conifères	ha	3 225	1 420	567	2 259	127	16
	%	2,30	1,74	1,38	5,28	0,64	0,30
Cultures et Prairies temporaires	ha	68 032	29 883	14 047	15 787	8 753	1 442
	%	48,51	36,59	34,06	36,92	44,38	27,10
Prairies permanentes	ha	35 812	28 405	14 739	13 630	8 393	1 089
	%	25,54	34,78	35,73	31,87	42,55	20,45
Total en (ha)		140 229	81 662	41 246	42 763	19 724	5 323

Tableau 8.10- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 et dans les vallées des sous bassins versants de la Maine.

#### 8.4.3.1. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant du Loir

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du bassin versant du Loir se caractérisent par (Figure 8.22) :

■ L'eau au total, occupe quelque 2 113 hectares soit 1,51 % de la superficie totale en 1984 et 2 935 hectares soit 2,09 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 0,58 %.

■ Les surfaces bâties occupent 3 838 hectares soit 2,74 % de la superficie totale en 1984 et 6 454 hectares soit 4,60 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 1,86 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 20 943 hectares soit 14,93 % de la superficie totale en 1984 et 23 771 hectares soit 16,95 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 2,02 %).

■ Les forêts de conifères présentent 6 422 hectares soit 4,58 % de la superficie totale en 1984 et 3 225 hectares soit 2,30 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont régressé avec une part faible de surface convertie dans le total (- 2,28%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une grande partie de la superficie des vallées du bassin du Loir, dont elles présentent 33 233 hectares soit 52,54 % de la superficie totale en 1984 et 68 032 hectares soit 48,51 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont régressé avec une part moyenne de surface convertie dans le total (- 4,03%). On constate que les surfaces de cultures sont réduites, entre 1984 et 2003, au profit des surfaces toujours en herbe et des taches urbaines. Cela montre que les vallées n'évoluent pas comme le reste du bassin.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante dans les vallées du Loir en aval, dont elles présentent 135 129 hectares soit 23,70 % de la superficie totale en 1984 et 35 812 hectares soit 25,54 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont progressé avec une part moyenne de surface convertie dans le total (+ 1,84%).

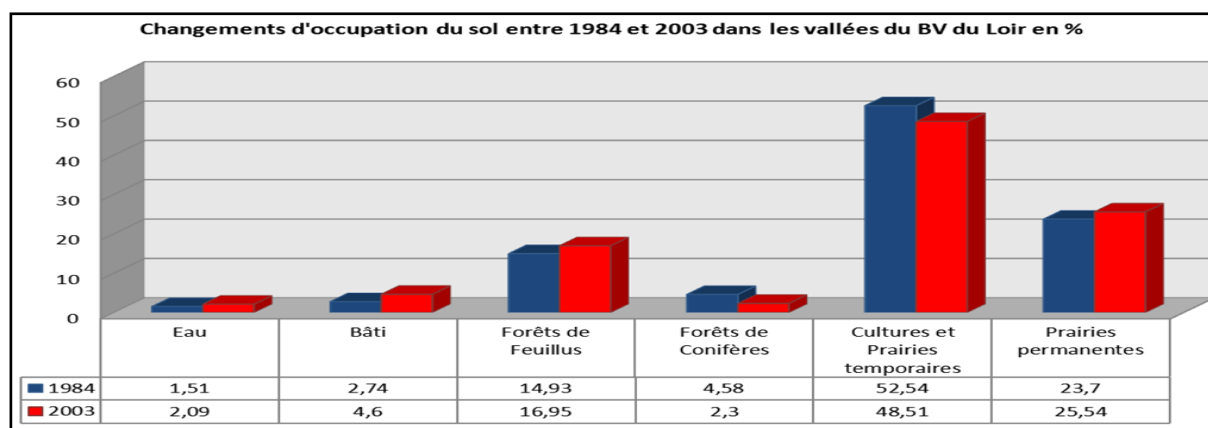


Figure 8.22- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV du Loir.

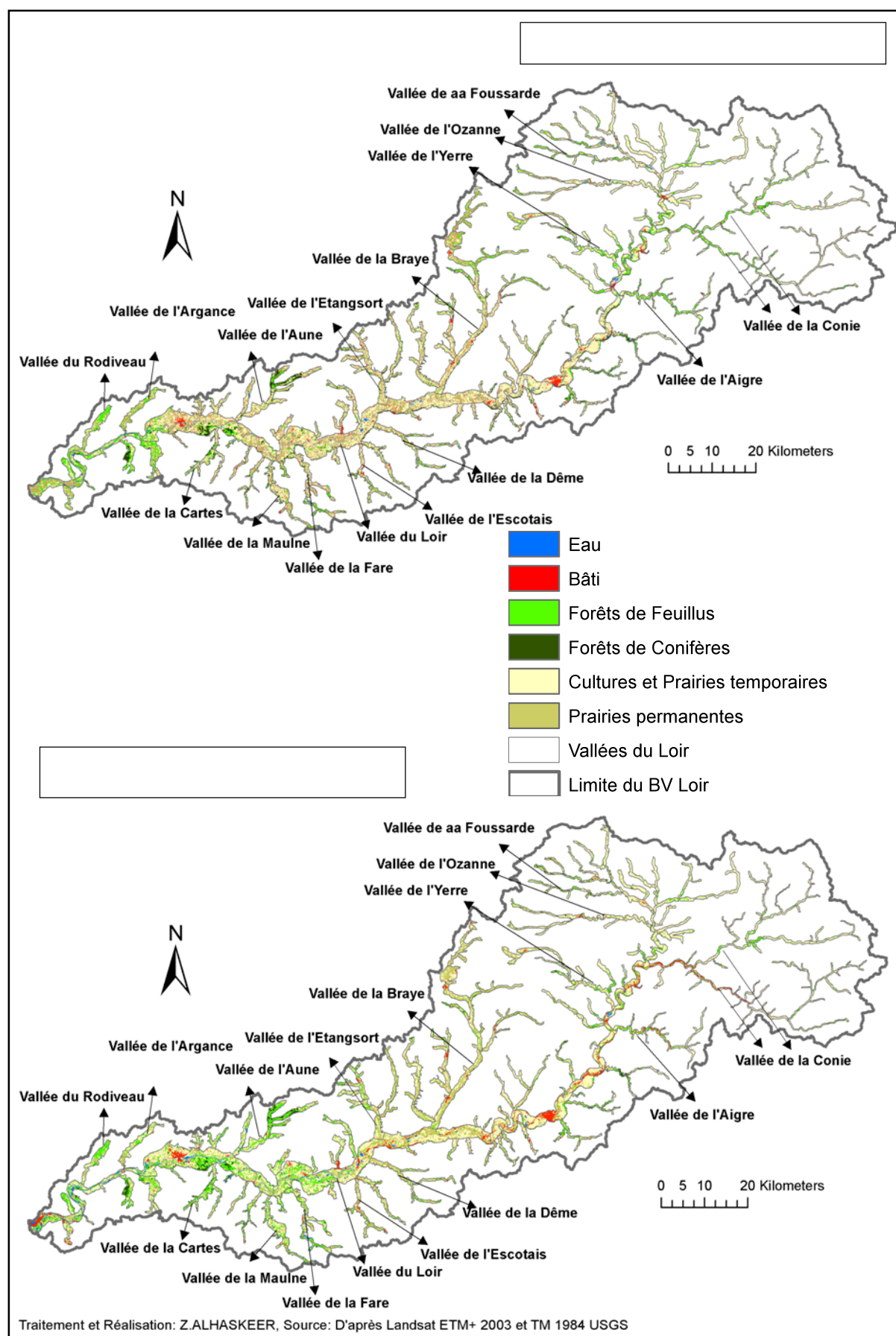


Figure 8.23- Changements d'occupation du sol des vallées du BV du Loir entre 1984 et 2003.



#### 8.4.3.2. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de la Sarthe (hors Huisne)

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du bassin versant de la Sarthe (sans Huisne) se caractérisent par (Figure 8.24) :

■ L'eau au total, occupe quelque 2 234 hectares soit 2,74 % de la superficie totale en 1984 et 4 355 hectares soit 5,33 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de +2,59 %.

■ Les surfaces bâties occupent 2 744 hectares soit 3,36 % de la superficie totale en 1984 et 3 963 hectares soit 4,85 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de +1,49 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 5 114 hectares soit 6,26 % de la superficie totale en 1984 et 13 637 hectares soit 16,70 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part de surface convertie dans le total (+ 10,44%).

■ Les forêts de conifères présentent 2 111 hectares soit 2,58 % de la superficie totale en 1984 et 1 420 hectares soit 1,74 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont régressé avec une part faible de surface convertie dans le total (- 0,84%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une partie importante de la superficie du bassin de la Sarthe, dont elles présentent 27 660 hectares soit 33,87 % de la superficie totale en 1984 et 29 883 hectares soit 36,59 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part moyenne de surface convertie dans le total (+ 2,72%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une grande partie dans les vallées la Sarthe en aval du Mans, dont elles présentent 41 799 hectares soit 51,19 % de la superficie totale en 1984 et 28 405 hectares soit 34,78 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part très forte de surface convertie dans le total (-16,41%). On constate que les prairies permanentes sont principalement converties, entre 1984 et 2003, vers les forêts de feuillus et les cultures/prairies temporaires.

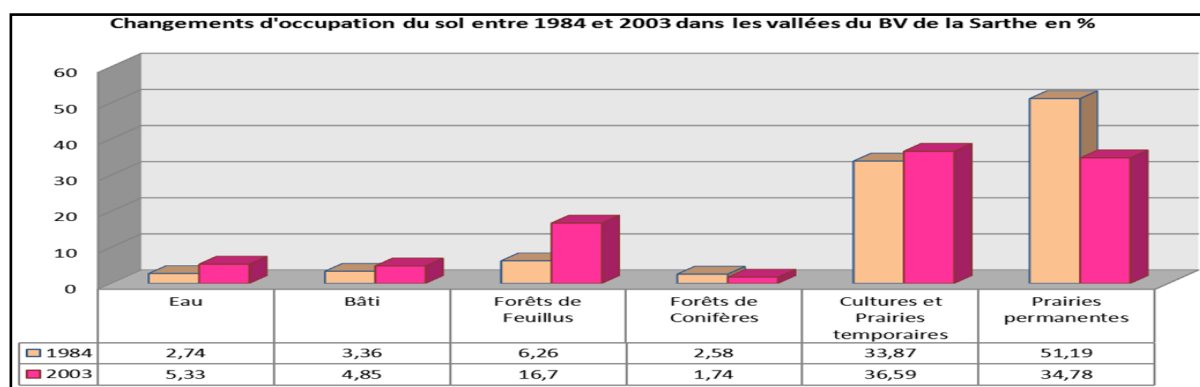


Figure 8.24- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les du BV de la Sarthe (hors Huisne).

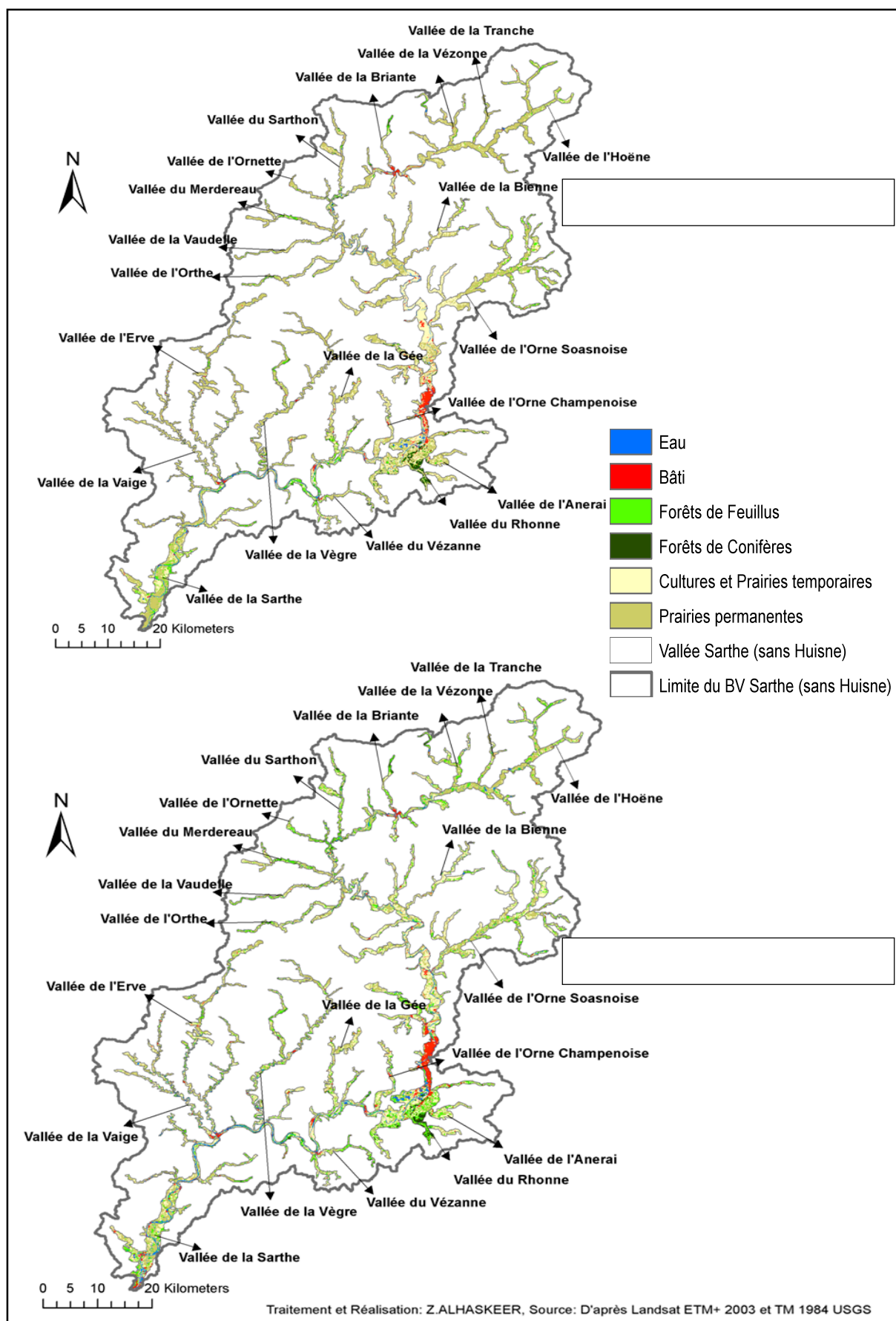


Figure 8.25- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.

#### 8.4.3.3. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de la Mayenne (hors Oudon)

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du bassin versant de la Mayenne (sans Oudon) se caractérisent par (Figure 8.26) :

■ L'eau au total, occupe quelque 2 001 hectares soit 4,85 % de la superficie totale en 1984 et 3 813 hectares soit 9,25 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 4,4 %.

■ Les surfaces bâties occupent 871 hectares soit 2,11 % de la superficie totale en 1984 et 1 796 hectares soit 4,35 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 2,24 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 3 195 hectares soit 7,75 % de la superficie totale en 1984 et 6 285 hectares soit 15,24 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part de surface convertie dans le total (+7,49 %).

■ Les forêts de conifères présentent 838 hectares soit 2,03 % de la superficie totale en 1984 et 567 hectares soit 1,38 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont été réduites avec une part de surface convertie dans le total (- 0,65%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une partie importante de la superficie des vallées du bassin de la Mayenne, dont elles présentent 11 394 hectares soit 27,63 % de la superficie totale en 1984 et 14 047 hectares soit 34,06 % en 2003 de la superficie du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+ 6,43 %). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une grande partie, dont elles présentent 22 946 hectares soit 55,63 % de la superficie totale en 1984 et 14 739 hectares soit 35,37 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part très forte de surface convertie dans le total (- 19,9 %). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les forêts de feuillus et les cultures/ prairies temporaires.

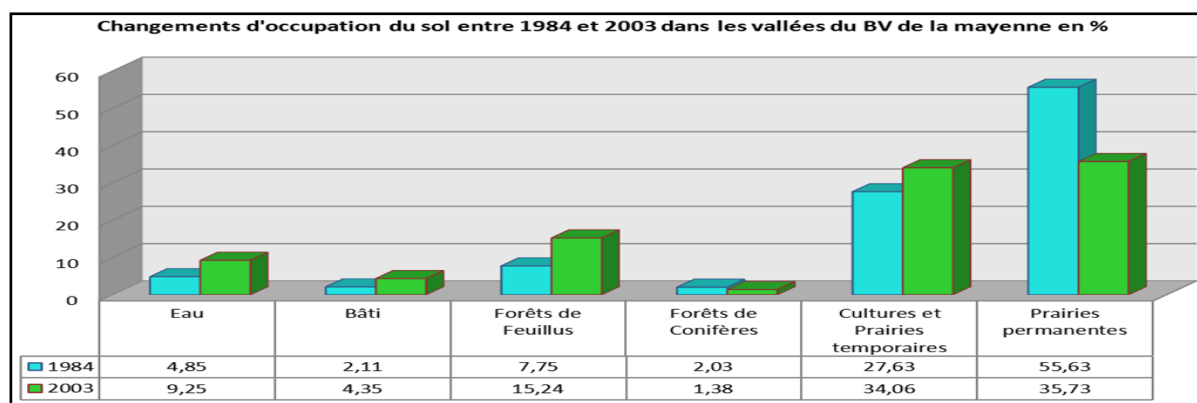


Figure 8.26- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Mayenne (hors Oudon).

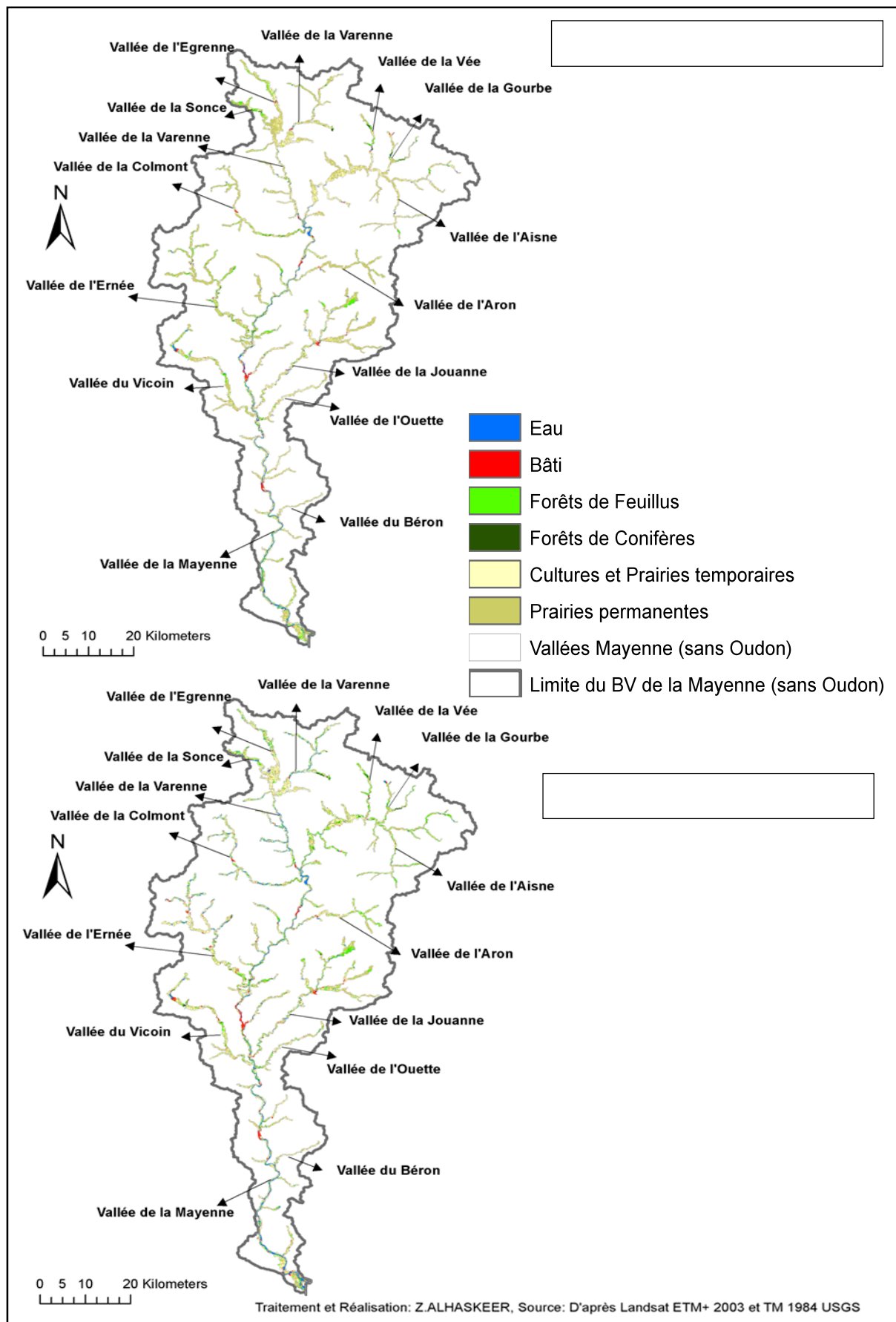


Figure 8.27- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.

#### 8.4.3.4. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de l'Huisne

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du bassin versant de l'Huisne se caractérisent par (Figure 8.28) :

■ L'eau au total, occupe quelque 341 hectares soit 0,80 % de la superficie totale en 1984 et 1 035 hectares soit 2,42 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 1,62 %.

■ Les surfaces bâties occupent 1 493 hectares soit 3,49 % de la superficie totale en 1984 et 1905 hectares soit 4,46 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 0,97 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 6 244 hectares soit 14,60 % de la superficie totale en 1984 et 8 147 hectares soit 19,05 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont augmenté avec une part de surface convertie dans le total (+4,45%).

■ Les forêts de conifères présentent 2 308 hectares soit 5,40 % de la superficie totale en 1984 et 2 259 hectares soit 5,28 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont été réduites avec une part de surface convertie dans le total (- 0,12%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent une grande partie de la superficie du bassin de la Mayenne, dont elles présentent 14 967 hectares soit 35,00 % de la superficie totale en 1984 et 15 787 hectares soit 36,92 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+1,92 %). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 17 410 hectares soit 40,71 % de la superficie totale en 1984 et 13 630 hectares soit 31,87 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part forte de surface convertie dans le total (- 8,84%). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les forêts de feuillus et les cultures/ prairies temporaires.

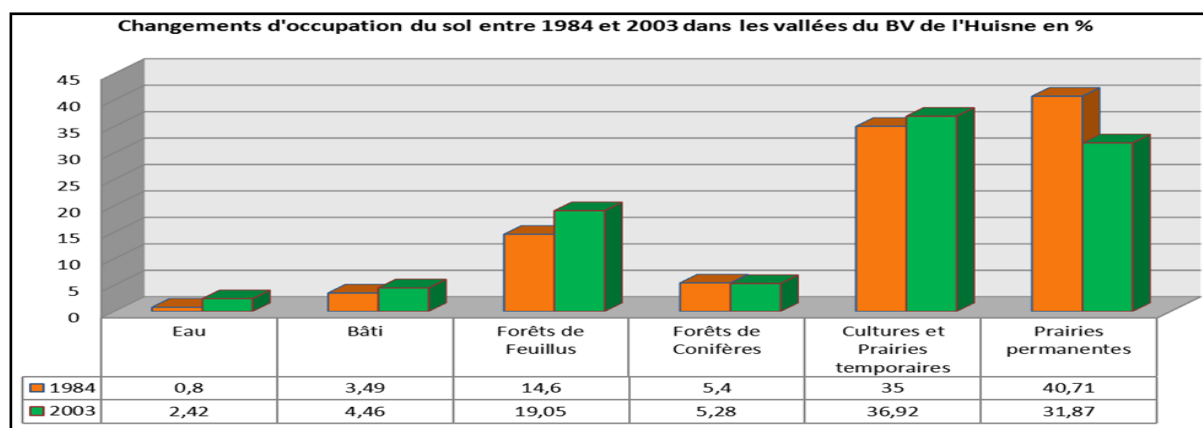


Figure 8.28- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de l'Huisne.



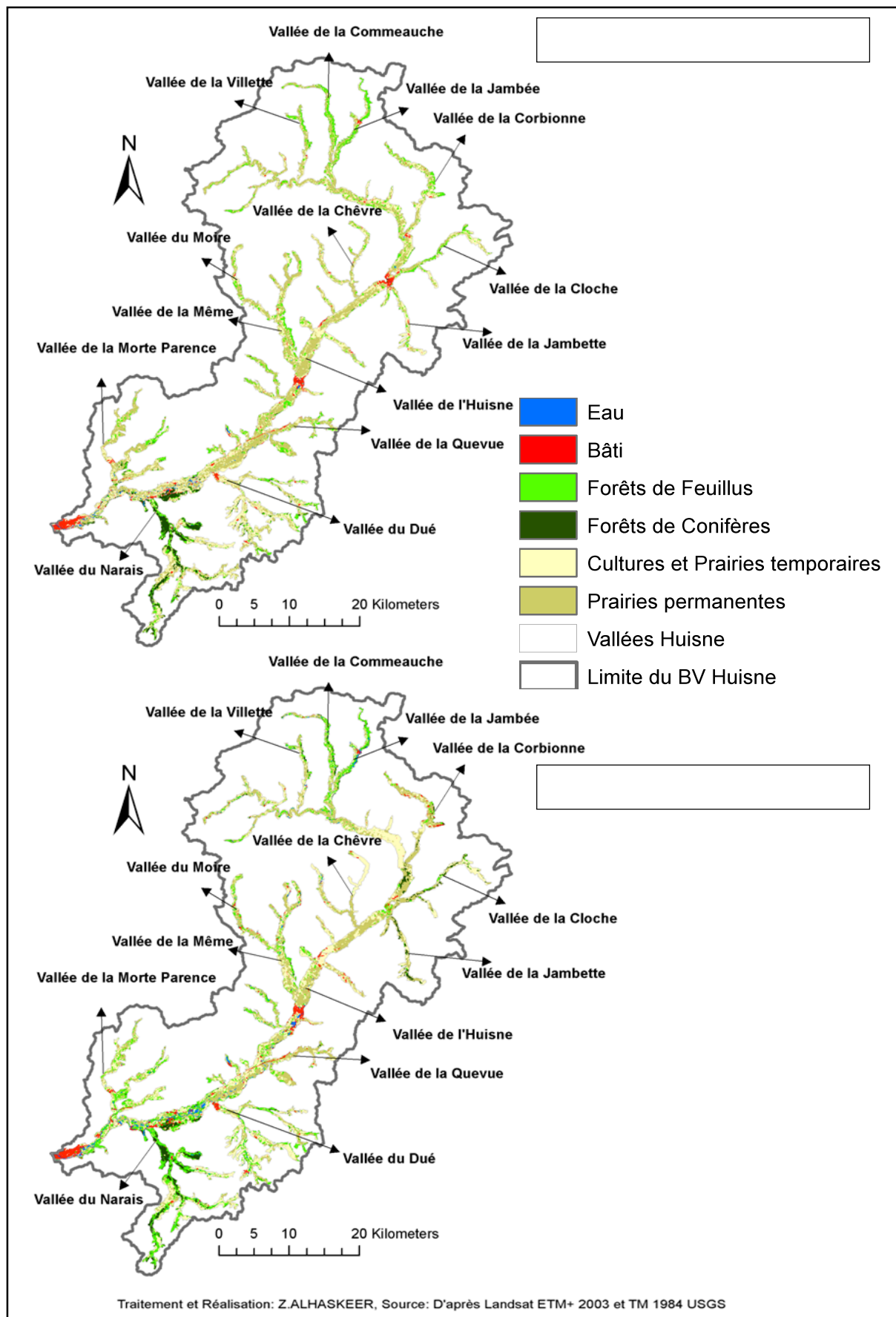


Figure 8.29- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de l'Huisne entre 1984 et 2003.

#### 8.4.3.5. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de l'Oudon

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du bassin versant de l'Oudon se caractérisent par (Figure 8.30) :

■ L'eau au total, occupe quelque 521 hectares soit 2,64 % de la superficie totale en 1984 et 627 hectares soit 3,18 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 0,54 %.

■ Les surfaces bâties occupent 482 hectares soit 2,44 % de la superficie totale en 1984 et 863 hectares soit 4,37 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 1,93 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 528 hectares soit 2,68 % de la superficie totale en 1984 et 962 hectares soit 4,88 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part de surface convertie dans le total (+ 2,2 %).

■ Les forêts de conifères présentent 109 hectares soit 0,44 % de la superficie totale en 1984 et 127 hectares soit 0,64 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont augmenté avec une part faible de surface convertie dans le total (+0,09 %).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent 6 018 hectares soit 30,51 % de la superficie totale en 1984 et 8 753 hectares soit 44,38 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont fortement progressé avec une part forte de surface convertie dans le total (+ 13,87 %). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 12 066 hectares soit 61,17 % de la superficie totale en 1984 et 8 393 hectares soit 42,55 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part forte de surface convertie dans le total (-18,62 %). On constate que les prairies permanentes sont converties, entre 1984 et 2003, vers les cultures/prairies temporaires.

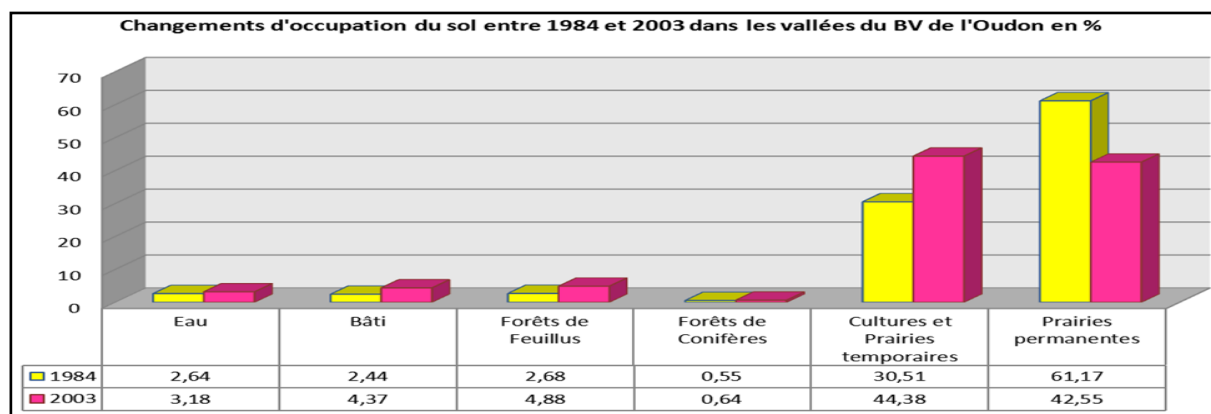


Figure 8.30- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de l'Oudon.

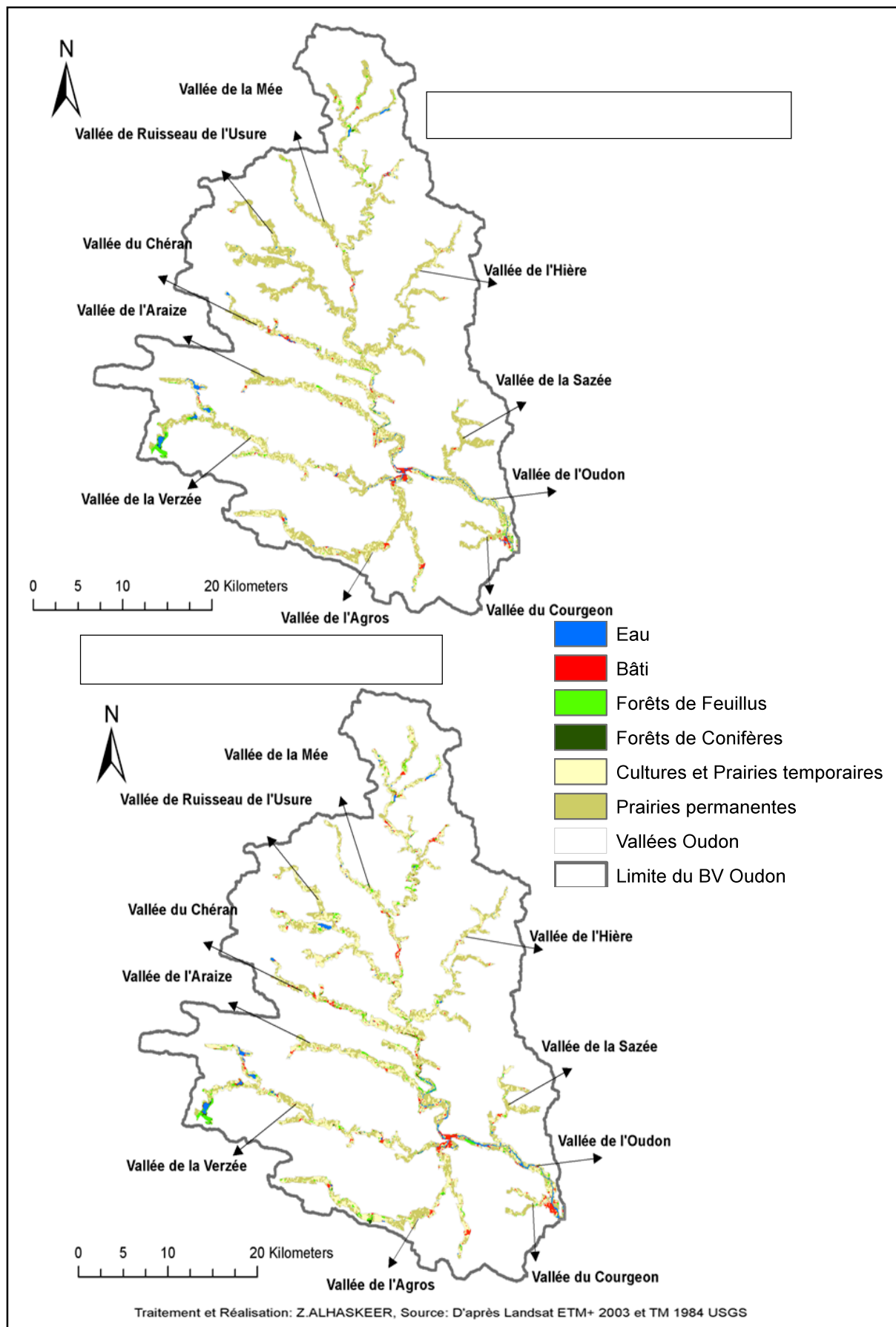


Figure 8.31- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de l'Oudon entre 1984 et 2003.

#### 8.4.3.6. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du sous-bassin aval de la Maine

Les changements entre 1984 et 2003 des vallées du sous-bassin aval de la Maine se caractérisent par (Figure 8.32) :

■ L'eau au total, occupe quelque 454 hectares soit 8,53 % de la superficie totale en 1984 et 994 hectares soit 18,57 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque à ce propos que la part de surface convertie dans le total est de + 10,14 %.

■ Les surfaces bâties occupent 601 hectares soit 11,30 % de la superficie totale en 1984 et 1 364 hectares soit 23,62 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que la part de surface convertie dans le total est de + 14,32 %.

■ Les forêts de feuillus présentent 348 hectares soit 6,53 % de la superficie totale en 1984 et 419 hectares soit 7,87 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de feuillus ont progressé avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 1,34%).

■ Les forêts de conifères présentent 63 hectares soit 1,18 % de la superficie totale en 1984 et 16 hectares soit 0,30 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les forêts de conifères ont été réduites avec une part faible de surface convertie dans le total (- 0,88%).

■ Les surfaces cultivées et en prairies temporaires occupent 1 436 hectares soit 26,97 % de la superficie totale en 1984 et 1 442 hectares soit 27,10 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les surfaces cultivées ont faiblement progressé avec une part faible de surface convertie dans le total (+ 0,13%). On constate que les surfaces de cultures ont augmenté, entre 1984 et 2003, au détriment des surfaces toujours en herbe.

■ Les prairies permanentes occupent une partie importante, dont elles présentent 2 422 hectares soit 45,50 % de la superficie totale en 1984 et 1 089 hectares soit 20,45 % en 2003 de la superficie des vallées du bassin versant. On remarque que les prairies permanentes ont régressé avec une part forte de surface convertie dans le total (- 25,05%). On constate que les prairies permanentes sont principalement converties, entre 1984 et 2003, vers les surfaces bâties et les surfaces en eau.

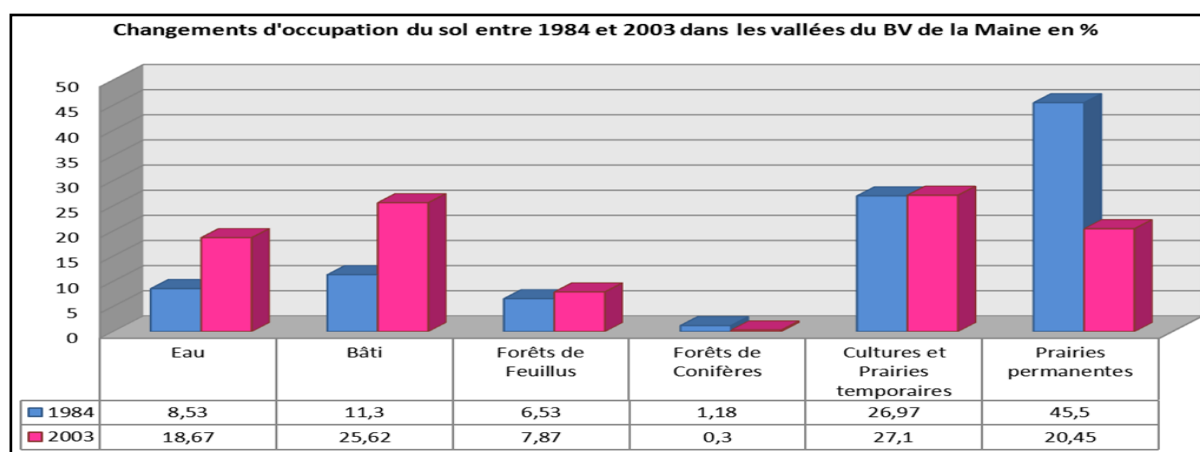


Figure 8.32- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de la Maine aval.

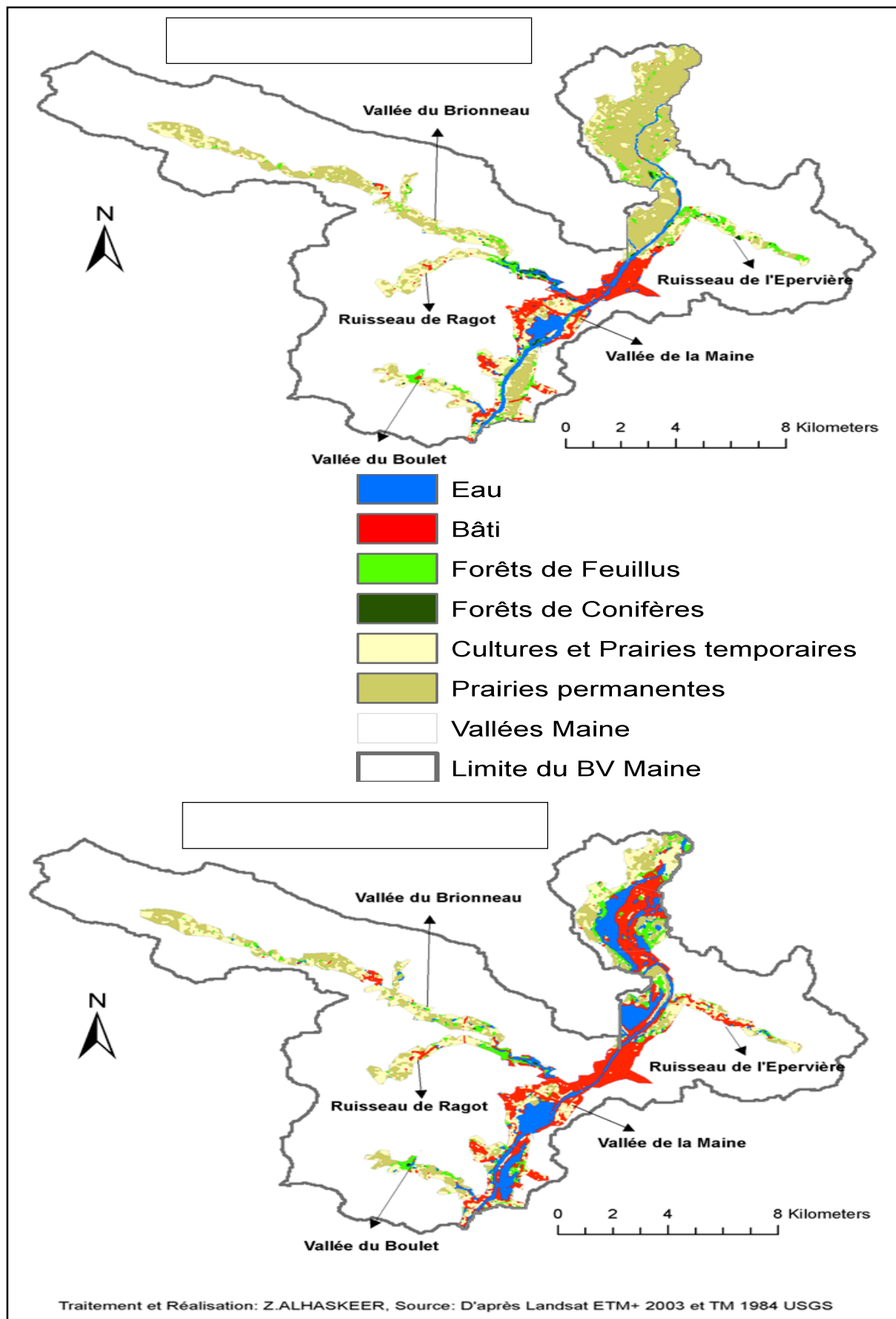


Figure 8.33- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Maine aval entre 1984 et 2003.



#### *8.4.3.7. Comparaison des changements d'occupation du sol entre les vallées*

L'analyse des changements d'occupation du sol entre les vallées révèle de grandes disparités. La classe de bâti a progressé dans l'ensemble des vallées des sous bassins versants de la Maine, en particulier dans les vallées de la Maine aval et du Loir. On retrouve ce même phénomène dans la classe d'eau, avec toutefois une croissance beaucoup moins importante. Les surfaces des forêts de feuillus ont également progressé dans l'ensemble des vallées du bassin versant de la Maine surtout dans les vallées de la Sarthe et de la Mayenne. Ce gain des forêts de feuillus est au détriment des espaces en herbe.

Les forêts de conifères se caractérisent par une faible régression dans l'ensemble des vallées des sous bassins versants de la Maine, surtout dans les vallées du Loir. Ce recul est au profit d'une croissance des surfaces cultivées et des taches urbaines.

Les surfaces qui sont occupées par des cultures et prairies temporaires sont en progression dans l'ensemble des vallées de la Maine, sauf dans les vallées du Loir. Ce gain est fait au détriment des surfaces en prairies permanentes. C'est dans les vallées de l'Oudon et de la Mayenne que celles-ci ont été le plus converties en cultures. Cette conversion s'explique par une croissance très forte des cultures/prairies temporaires (+ 13,87 %) dans les vallées de l'Oudon et (+6,43 %) dans la Mayenne. Les vallées de la Sarthe, de l'Huisne et de la Maine aval sont caractérisées par une croissance des cultures beaucoup moins importante (respectivement +2,72%, + 192% et +0,13 %). Par contre, on trouve que les surfaces cultivées sont réduites dans les vallées du Loir. Cette déprise agricole est au profit d'une croissance des espaces en prairies et des forêts de feuillus.

Enfin, la classe de prairies permanentes est la classe la plus convertie en d'autres classes d'occupation du sol. Cette classe a toujours reculé dans l'ensemble des vallées du bassin versant de la Maine (sauf les vallées du Loir) au profit des cultures, des taches urbaines et des surfaces forestières. Ce recul est plus fort dans les vallées de la Maine aval (-25,05%), de l'Huisne (-21,54 %), de la Mayenne (-19,9%), de l'Oudon (-18,62%) et de la Sarthe (-16,41%). En effet, ce recul est au profit des cultures, car l'agriculteur transforme les prairies permanentes utilisées pour le pâturage (en cultures fourragères) ou en grandes cultures (blé, colza, maïs grain...). De plus, les prairies permanentes sont remplacées par des lotissements et des boisements. La figure 8.34 synthétise le degré des disparités de l'évolution de l'occupation du sol dans les vallées des 6 sous-bassins versants de la Maine.

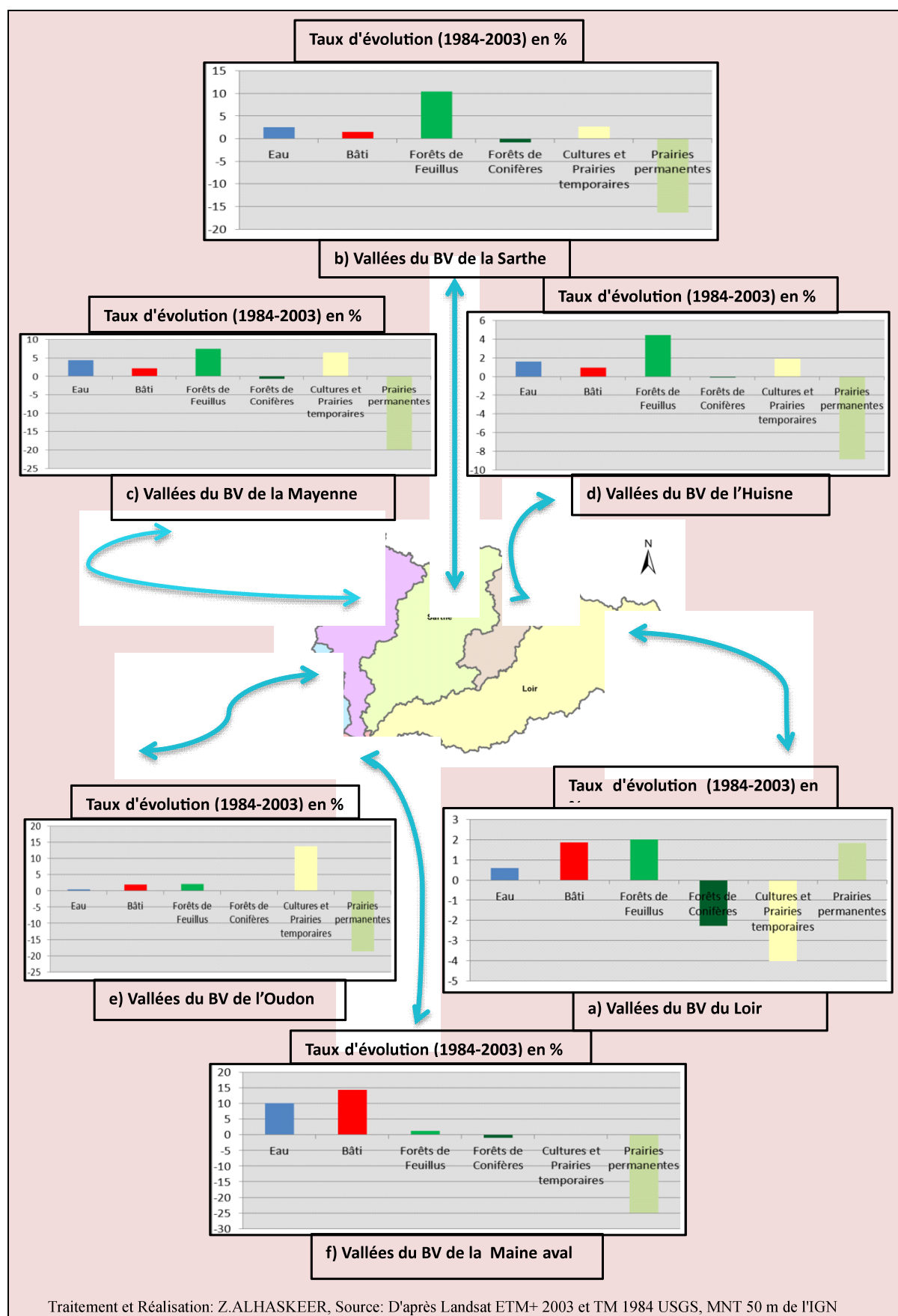


Figure 8.34- Évolution de l'occupation du sol dans les vallées des 6 sous-bassins versants de la Maine.

## Conclusion du Chapitre 8

Les résultats quantitatifs contribuent à mettre en lumière le degré d'évolution d'occupation du sol du bassin versant de la Maine entre 1984 et 2003. L'utilisation des séries des images multidates a permis de distinguer les cultures/prairies temporaires des prairies permanentes. La fiabilité globale de la détection des changements (90%) est plutôt satisfaisante. Cette étude contribue ainsi à fixer une qualité de référence pour des projets conduits sur espaces similaires, selon une méthode proche. La méthodologie de détection des changements a mis en évidence que la pertinence de la classification de chaque image devait être améliorée avant de tirer des conclusions sur les changements d'occupation du sol entre les deux dates. Les résultats énoncés ci-dessus témoignent de la cohérence de la démarche adoptée pour la classification des images satellites. Mais il est difficile de juger précisément leur degré de pertinence. De plus, les résultats d'analyse doivent être confrontés à d'autres sources d'information cartographique et statistique afin d'être validés. Des analyses de terrain, des photographies aériennes et l'acquisition de données sur le terrain permettraient de confirmer la nature des occupations du sol. Le processus de traitement des images pour détecter les changements d'occupation du sol permet d'obtenir l'évolution des classes d'occupation du sol de manière quantitative. Les classifications actuelles seraient améliorées grâce à l'utilisation de données complémentaires. Par ailleurs, il est important de souligner le problème de validation de l'occupation du sol pour 1984. Les statistiques agricoles annuelles peuvent être utiles pour valider des dates anciennes mais elles ne sont pas suffisantes.

Malgré quelques limites, le traitement d'images à moyenne résolution spatiale réalisé dans cette étude est adéquat pour étudier les changements d'occupation du sol du milieu du bassin versant de la Maine. De plus, il est plus rapide et moins laborieux que de faire ce genre d'étude à l'aide de photographies aériennes.

L'analyse des données sous ArcGis permet une grande diversité de traitements. Une fois de multiples analyses thématiques peuvent être réalisées : évolution des classes d'occupation du sol, mise en valeur des éléments stables de l'occupation du sol, ..., etc. par ailleurs, les chaînes méthodologiques où s'articulent de différents outils et méthodes adaptés à l'étude paysagère, à l'analyse des changements paysagers. Dans ce cadre, la télédétection et le SIG ont une place privilégiée, représentant un outil de collecte des informations localisées et actualisables. Ainsi que la comparaison des méthodes d'analyse diachronique des paysages a mise en évidence l'intérêt de la méthode de post-classification pour montrer l'évolution des paysages.

La cartographie de l'occupation du sol entre 1984 et 2003 dans le BV de la Maine sur plusieurs unités de référence (sous bassins, vallées) a révélé quelques conversions avec un accroissement des surfaces cultivées et forestières au détriment des prairies permanentes. L'évolution des systèmes de production vers le remplacement des prairies pâturées par des cultures fourragères (comme le maïs ensilage) voire parfois le recul de l'élevage au profit des systèmes de grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) explique cette évolution des paysages. On constate par ailleurs que l'année 2003, comparée à celle de 1984, enregistre une croissance urbaine en particulier dans les vallées au détriment des espaces en prairies permanentes et dans une moindre mesure, des surfaces forestières.

Enfin, l'analyse de l'évolution d'occupation du sol sur plusieurs unités de référence a permis de mettre en évidence les grandes disparités entre les bassins versants et les vallées. Par exemple, les surfaces toujours en herbe ont régressé dans tous les sous bassins versants de la Maine, mais au niveau des vallées, on trouve que les surfaces toujours en herbe ont progressé dans celle du Loir. On retrouve ce même phénomène dans la classe des cultures et prairies temporaires, avec une décroissance importante dans les vallées du Loir. Par ailleurs, les surfaces forestières ont progressé dans l'ensemble des vallées de la Maine et cela explique l'augmentation progressive de la fermeture des paysages de vallées. De plus, on constate que

les surfaces en prairies permanentes sont plus fortement converties dans les vallées de la Mayenne et de l'Oudon, au profit des cultures. Les surfaces forestières ont nettement augmenté dans les vallées de la Sarthe. Les surfaces bâties ont également progressé dans l'ensemble des vallées du bassin versant de la Maine, en particulier dans les vallées du Loir, de la Sarthe et du sous-bassin aval de la Maine en exploitant la grande largeur de ces vallées par rapport aux vallées de la Mayenne et l'Oudon plus étroites..

Enfin, on constate que les changements dans le bassin versant de l'Huisne et de ses vallées sont très modestes. Les surfaces toujours en herbe ont régressé au profit des surfaces forestières. On peut conclure que dans ce bassin l'occupation du sol a moins rapidement évolué que dans les bassins voisins.

## **Chapitre 9 : Réalisation une typologie des paysages de vallées de 1984**



## **Introduction du Chapitre 9**

L'analyse des changements d'occupation du sol par la réalisation d'une typologie des paysages de vallées permet d'identifier et de quantifier les transformations des types des vallées à l'unité spatiale de vallée, ce qui ainsi permet de comparer les changements entre les tronçons de vallées et de localiser géographiquement ces changements entre 1984 et 2003.

L'étude de la dynamique des paysages de vallées du bassin versant de la Maine nécessite une méthode reproductible dans le temps et dans l'espace pour la définition des entités paysagères (ici, dans notre cas les tronçons paysagers). Dès lors, le paysage est réduit à ses dimensions « mesurables ». La méthode utilisée pour identifier des tronçons homogènes de vallées repose sur les critères morphologiques. Pour révéler les changements des paysages de vallées, une typologie a été mise en place. Cette typologie s'appuie sur la combinaison informatique des composantes jugées essentielles du paysage. Deux approches méthodologiques sont utilisées, la première approche morphologique qui exprime des composantes structurales du paysage par les variables morphométriques. La deuxième, approche d'occupation du sol qui exprime des composantes des couvertures du paysage par les indicateurs d'occupation du sol.

Les types morphologiques des paysages de vallées ont été construits dans le chapitre 6. En générale, la morphologie des vallées ne change pas forcément entre 1984 et 2003. A cet effet, on a gardé les types morphologiques. Pour l'approche d'occupation du sol, les types des paysages de vallées changent avec le temps entre 1984 et 2003. A cet effet, nous réalisons une classification des vallées en travers des classes d'occupation du sol en 1984 au découpage des tronçons de vallées. Puis nous extrayons des indicateurs paysagers de la carte d'occupation du sol en 1984. Enfin, on combine ensuite les deux approches (morphologique et d'occupation du sol) pour réaliser d'une carte synthétique des types des paysages de vallées en 1984.

### **9.1. Réalisation d'une typologie d'occupation du sol en 1984**

#### **9.1.1. Extraction d'indices paysagers**

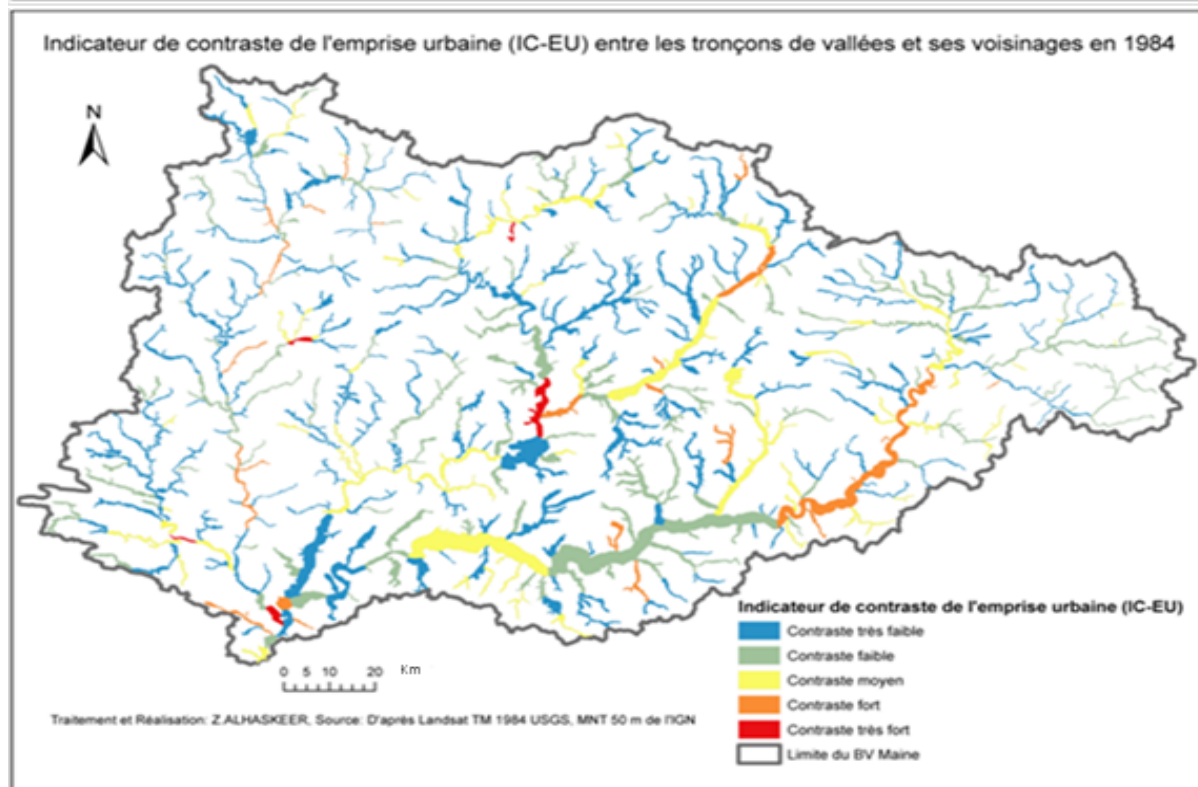
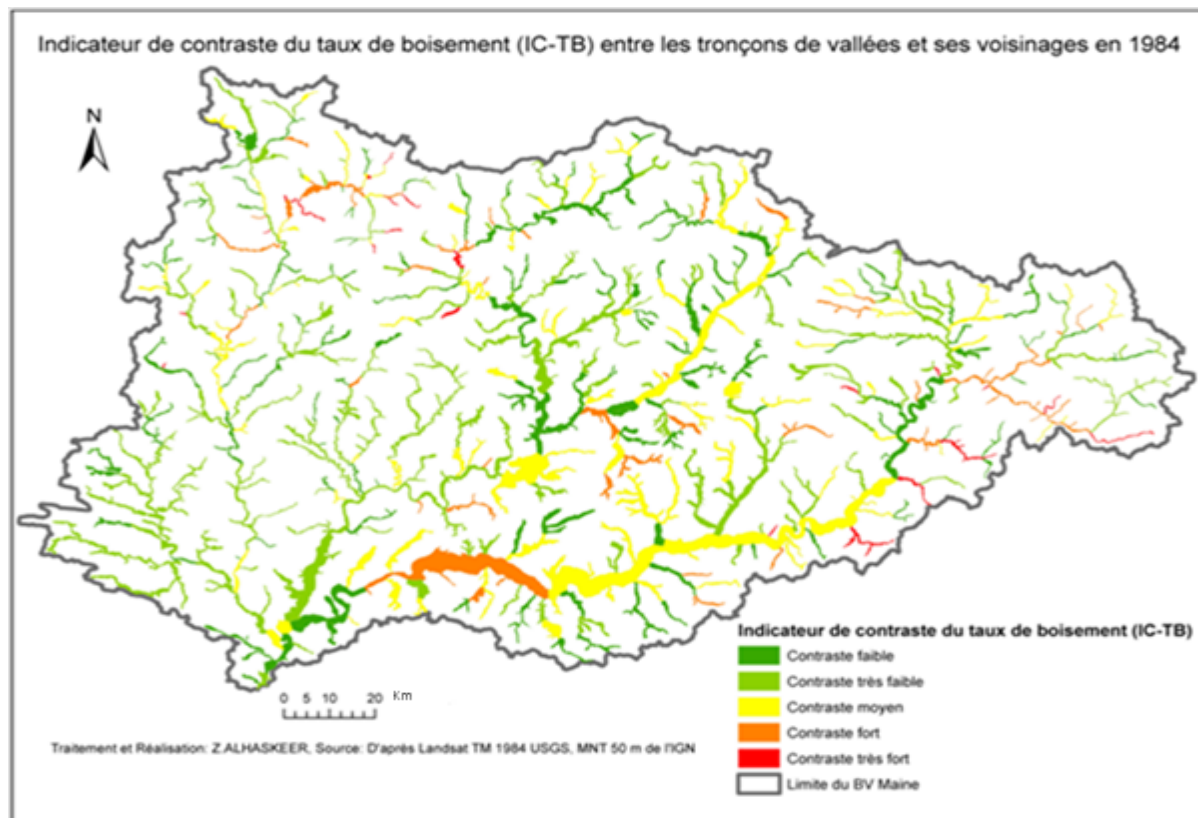
Nous avons calculé à partir de la carte d'occupation du sol en 1984 trois indicateurs de contrastes qui expriment la singularité des vallées par rapport à leur environnement, puisque le voisinage d'une vallée participe à la détermination des caractéristiques de cette vallée :

- L'indicateur du taux de boisement (TB) permet de mettre en évidence l'étendue et la disposition des bois;
- L'indicateur de l'emprise urbaine (EU) permet de mesurer le degré de densité du bâti, de qualifier le caractère de vallées (rural, urbain);
- Enfin, l'indicateur du ratio prairies/cultures (IPC) permet de mettre en avant la part des prairies dans l'espace agricole. Cela contribue à illustrer la place des prairies par rapport les zones cultivées dans chaque tronçon.

Si initialement la valeur de contraste est forte entre une vallée et son voisinage (les caractéristiques d'occupation du sol de cette vallée sont très différentes avec son voisinage) et qu'elle devient faible au bout de vingt ans, cela signifie une homogénéisation du paysage qui peut être due par exemple à une homogénéisation des systèmes de production agricole (dans le cas d'une vallée à dominante agricole).

La méthode mise en œuvre est similaire à celle qui a été utilisée pour traiter l'occupation du sol à partir des images de 2003 (chapitre 5).

Ne sont mentionnés ici que les résultats obtenus le plus souvent sous la forme de cartes et de tableaux. Les documents les plus significatifs apparaissent ci-dessous en regard de ceux de 2003. Les autres ont été mis en annexe N° 16.



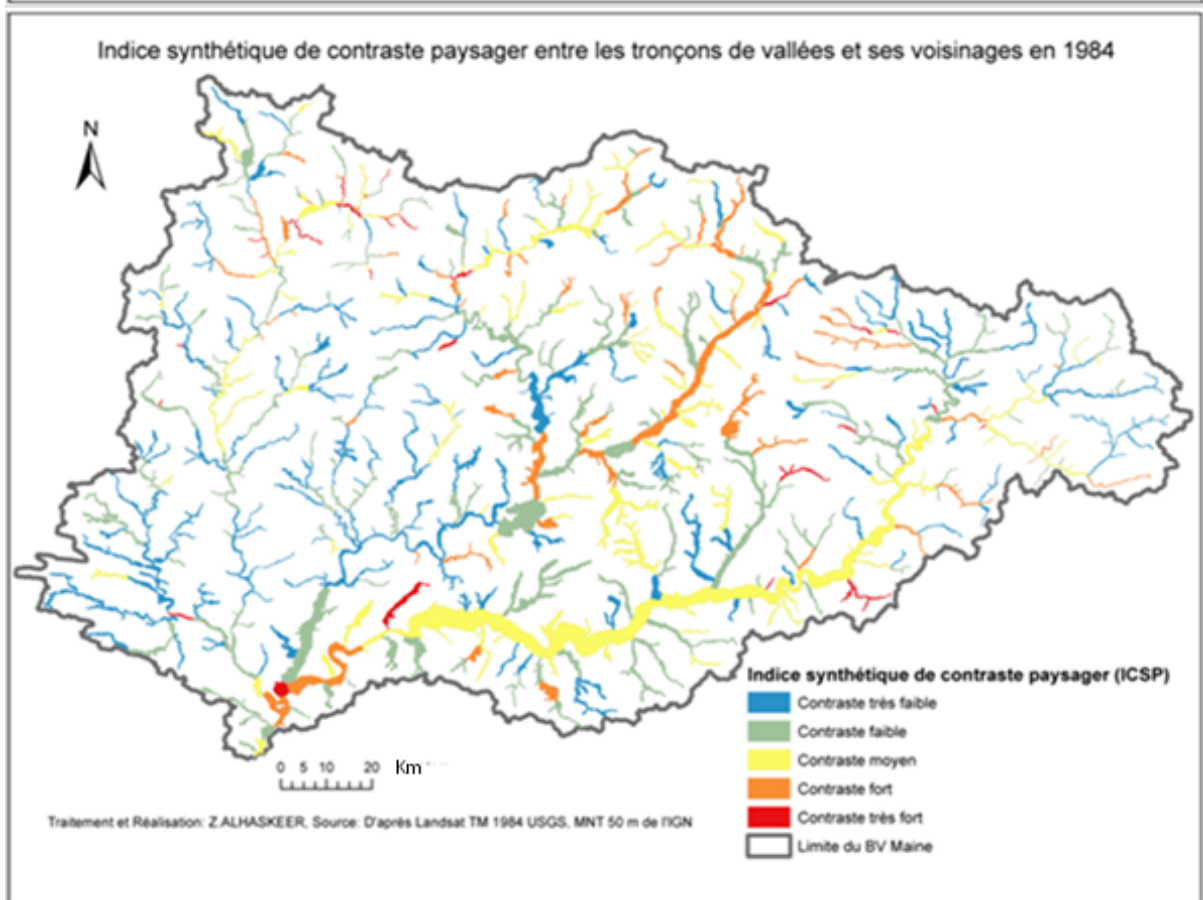
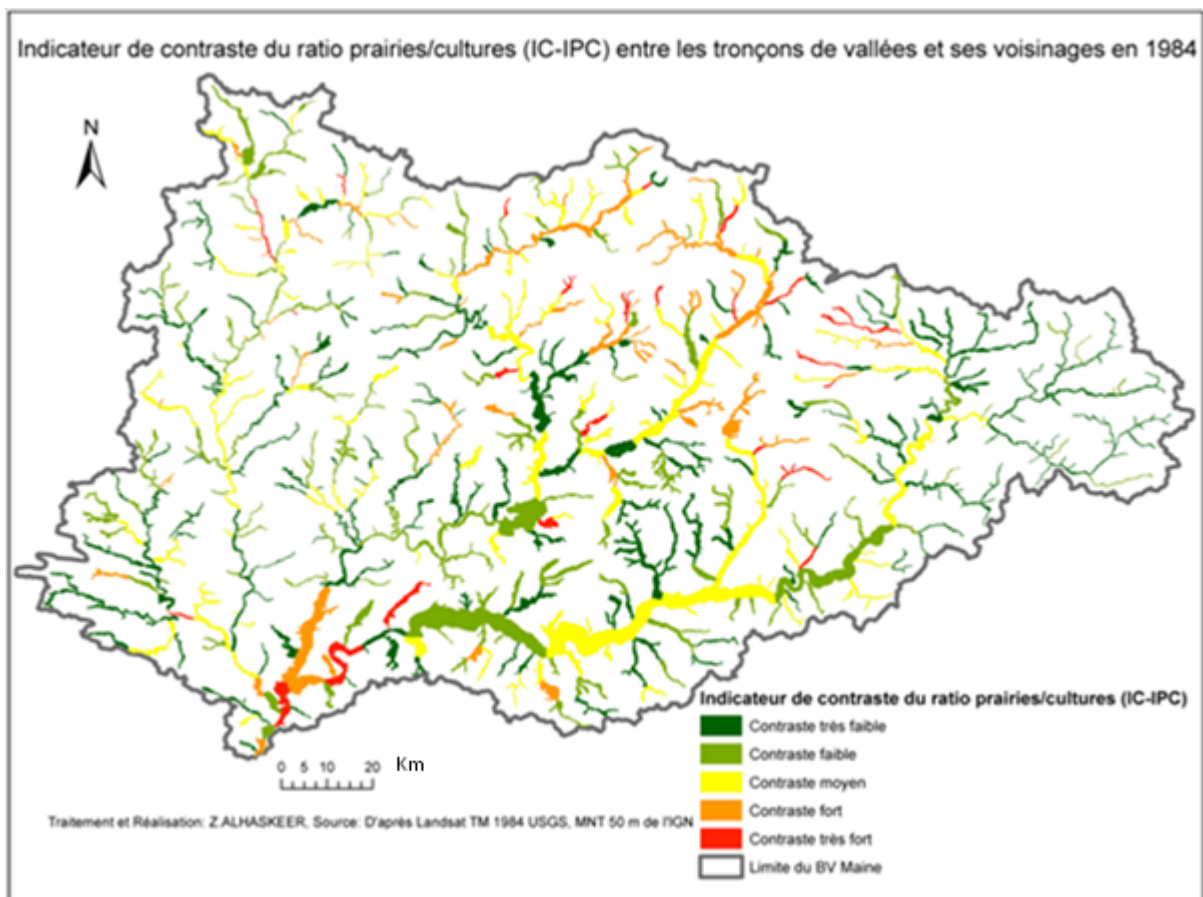


Figure 9.1- Quatre indicateurs décrivant la singularité des paysages de vallées en 1984.

La figure 9.1 montre que l'indicateur du taux des boisements est contrasté entre les tronçons des vallées et ses voisinages dans le Loir (du Lude à Durtal), la Conie aval, l'Aigre aval, le Narais aval, la Sarthe (Alpes mancelles) et la Mayenne amont. Ces vallées sont singulières par rapport des milieux environnants du point de vocation forestière.

L'indicateur d'emprise urbaine est contrasté entre les tronçons des vallées et ses voisinages dans le Loir médian (entre Montoire-sur-le-Loir et Châteaudun), la Sarthe (Le Mans), l'Huisne aval, l'Huisne (entre la Ferté-Bernard et Nogent-le-Rotrou), la Mayenne (entre Château-Gontier et Laval) et l'Oudon (Sergé).

L'indicateur du ratio prairies permanentes/cultures est contrasté dans le Loir aval, la Sarthe, amont et aval, l'Huisne amont. Ces parties sont singulières du point des vocations herbagères. La part des prairies permanentes par rapport des cultures est peu contrastée avec milieux environnants dans les vallées de la Mayenne.

Enfin, on trouve que les tronçons des vallées du Loir aval, de la Sarthe (au Mans et Alpes mancelles), de l'Huisne (de l'amont jusqu'à la Ferté-Bernard) et de la Maine aval. Ces parties sont singulières. Par contre, les vallées de la Mayenne sont peu singulières par rapport des milieux environnants.

### 9.1.2. Traitement statistiques (AFC et CAH) des variables d'occupation du sol en 1984

Comme pour les données de 2003, les indicateurs d'occupation du sol ont été traités pour déterminer la typologie des vallées. Les résultats obtenus sont dans les tableaux 9.1 et 9.2.

Indices		Contribution (%)				
Type des indices		Indicateurs	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Indice de diversité	Indices d'occupation du sol	Taux de boisement (TB) du fond	39,98	5,62	0,00	14,62
		Taux de boisement (TB) des versants	15,81	4,75	5,89	1,04
		Emprise urbaine (EU) du fond	0,00	30,17	1,07	6,73
		Emprise urbaine (EU) des versants	0,00	24,90	1,62	5,64
		Ratio prairies/cultures (IPC) du fond	16,74	3,25	1,41	2,56
		Ratio prairies/cultures (IPC) des versants	18,39	4,63	3,58	3,85
	Indices d'arrangement spatial	Dispersion des forêts (IDF) du fond	0,00	0,01	24,25	15,61
		Dispersion des forêts (IDF) des versants	2,37	0,45	16,28	0,53
		Dispersion du bâti (IDB) du fond	0,00	5,21	5,96	1,49
		Dispersion du bâti (IDB) des versants	0,51	4,32	9,39	0,01
Indices de singularité	Indices d'occupation du sol	Contraste du taux de boisement (IC-TB) du tronçon	3,98	0,28	9,84	24,32
		Contraste d'emprise urbaine (IC-EU) du tronçon	0,16	12,99	2,01	2,53
		Contraste du ratio prairies/cultures (IC-IPC) du tronçon	0,12	0,19	3,58	3,34
		Indice synthétique de contraste paysager (ISCP) du tronçon	1,93	3,24	15,12	17,71
	Total (% d'information restitué par l'axe)		31,3 %	17,52%	13,62%	9,24%

Tableau 9.1- Contribution des variables retenues pour l'AFC effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallée du bassin versant de la Maine en 1984.

Types	Caractéristiques	Nombre	%
1-Vallées urbaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâti dominant et très dense</li> <li>• Peu boisés et groupés</li> <li>• Peu herbager</li> <li>• Contraste (IPC, EU) forte</li> </ul>	2	0,36
2-Vallées périurbaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bâti dense</li> <li>• Boisés, bois denses</li> <li>• Peu prairie</li> </ul>	12	2,19
3-Vallées bocagères urbanisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère forte</li> <li>• Boisés</li> <li>• Urbanisé</li> </ul>	16	2,92
4-Vallées bocagères rurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère</li> <li>• Bois dispersés</li> <li>• Bâties dispersés ruraux</li> </ul>	138	25,18
5-Vallées cultivées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très cultivée (openfield)</li> <li>• rurale</li> </ul>	146	26,64
6-Vallées boisées à herbagères	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois assez denses</li> <li>• Bâti assez groupé</li> <li>• Vocation herbagère</li> <li>• Contraste TB et IPC forte</li> </ul>	44	8,03
7-Vallées boisées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois massifs</li> <li>• Bâti groupé</li> <li>• Espaces cultivés</li> <li>• Peu herbager</li> <li>• Fort contraste TB</li> </ul>	40	7,30
8-Vallées herbagères	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vocation herbagère forte</li> <li>• Peu boisée</li> </ul>	150	27,37

*Tableau 9.2- Description des huit types de motifs d'occupation du sol en 1984 dégagés par la CAH de tronçons de vallées.*

En comparant les types de motifs d'occupation du sol en 1984 et 2003, nous trouvons que les vallées périurbaines ont progressé (12 tronçons en 1984 et 14 tronçons en 2003) au détriment des vallées bocagères urbanisées. Les vallées bocagères ont aussi progressé entre 1984 et 2003 (138 tronçons en 1984 et 173 tronçons en 2003) au détriment des vallées herbagères. Les vallées cultivées ont régressé entre 1984 et 2003 (146 tronçons en 1984 et 140 tronçons en 2003) au profit des vallées herbagères. Les vallées boisées à herbagères ont progressé (44 tronçons en 1984 et 65 tronçons en 2003). Les vallées boisées ont aussi progressé (40 tronçons en 1984 et 52 tronçons en 2003). Enfin, les vallées herbagères sont les vallées les plus soumises aux modifications, elles ont régressé entre 1984 et 2003 (150 tronçons en 1984 et 84 tronçons en 2003) au profit des vallées bocagères et boisées.



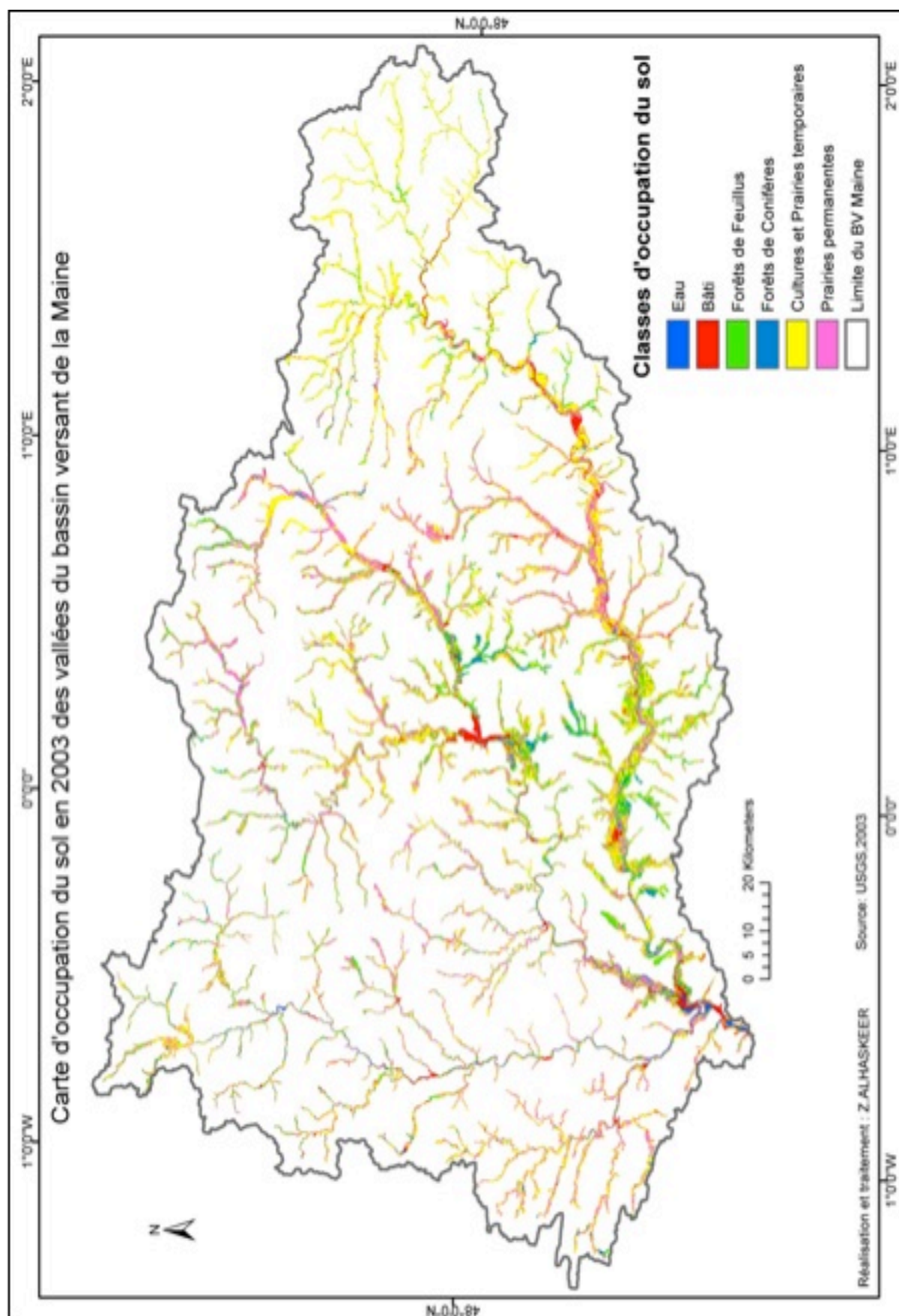
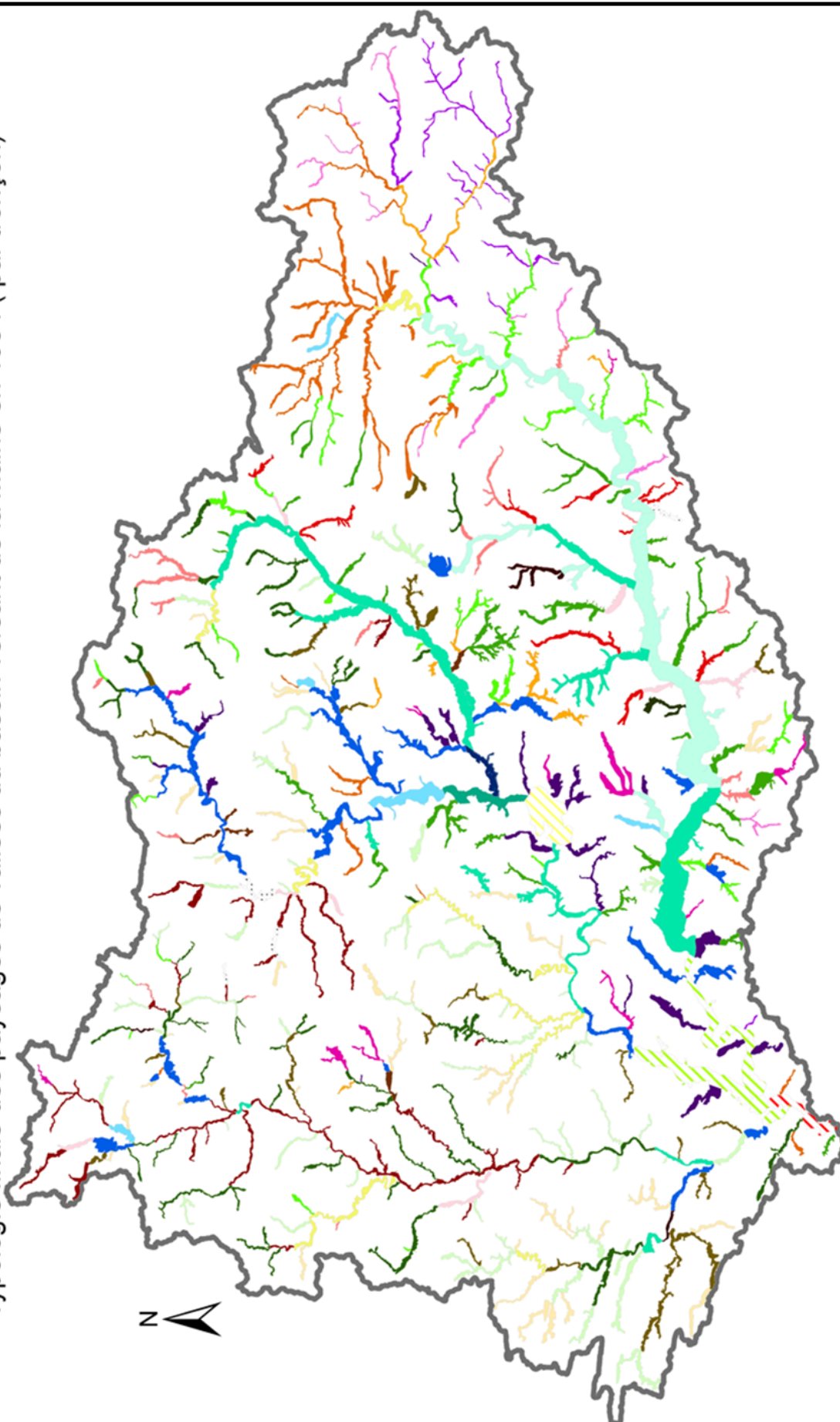


Figure 9.2- Types des paysages de vallées selon l'occupation du sol en 1984.

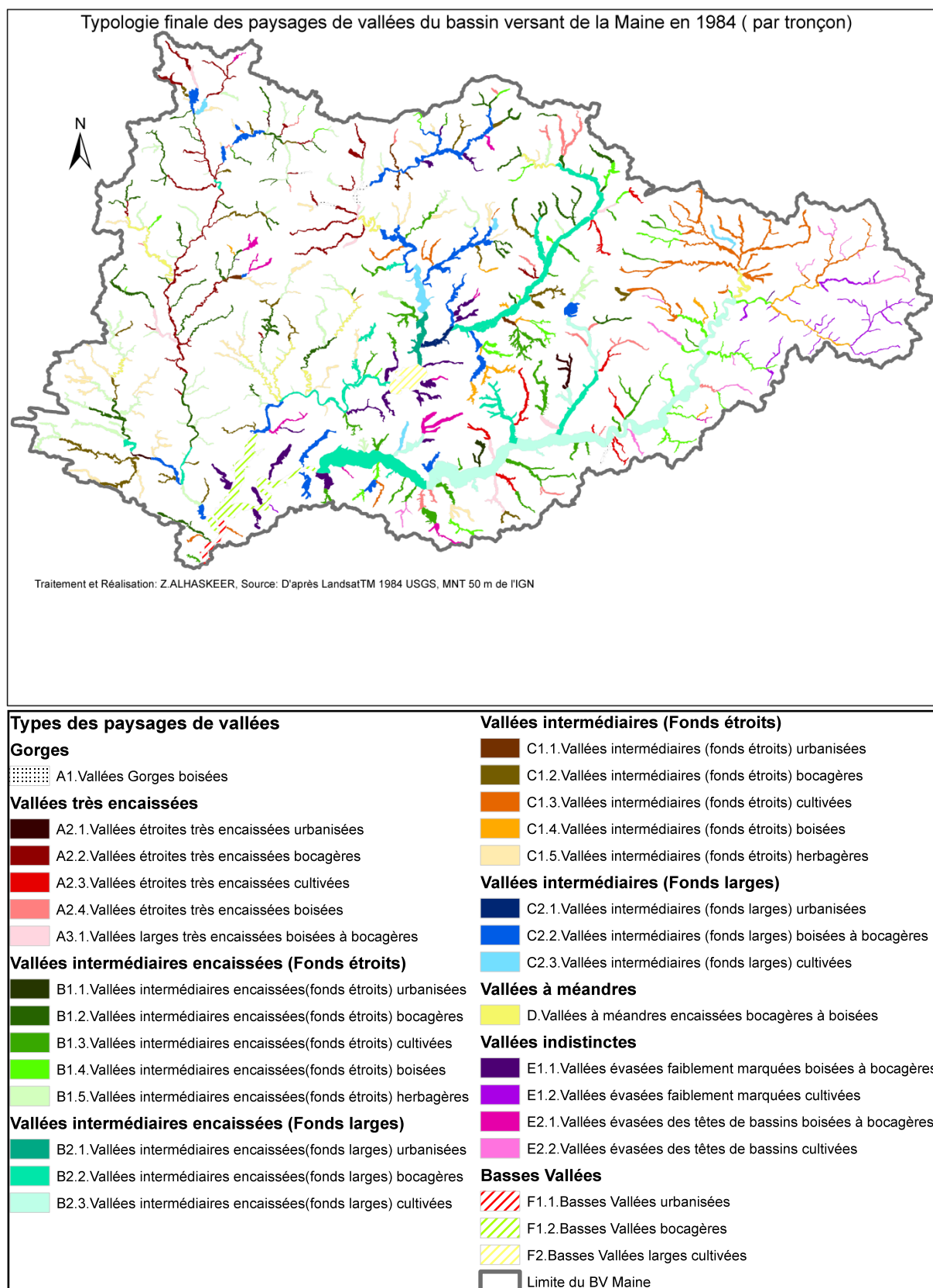
<i>Types principales</i>	<i>Sous-type</i>	<i>Type</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
Gorges et Vallées très encaissées	Gorges	A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28
	Vallées très encaissées	A2.1.Vallées étroites très encaissées urbanisées	3	0,55
		A2.2.Vallées étroites très encaissées bocagères	42	6,20
		A2.3.Vallées étroites très encaissées cultivées	11	1,28
		A2.4.Vallées étroites très encaissées boisées	19	5,66
		A3.1.Vallées larges très encaissées boisées à bocagères	8	1,46
	Vallées intermédiaires encaissées	B1.1.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) urbanisées	1	0,36
		B1.2.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) bocagères	54	13,32
		B1.3.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) cultivées	40	5,29
		B1.4.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) boisées	33	8,58
		B1.5.Vallées intermédiaires encaissées (fonds étroits) herbagères	57	6,20
		B2.1.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) urbanisées	1	0,18
		B2.2.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) bocagères	18	3,65
		B2.3.Vallées intermédiaires encaissées (fonds larges) cultivées	7	0,91
		C1.1.Vallées intermédiaires (fonds étroits) urbanisées	5	1,09
		C1.2.Vallées intermédiaires (fonds étroits) bocagères	24	5,66
		C1.3.Vallées intermédiaires (fonds étroits) cultivées	40	9,31
		C1.4.Vallées intermédiaires (fonds étroits) boisées	12	2,19
		C1.5.Vallées intermédiaires (fonds étroits) herbagères	41	4,01
		C2.1.Vallées intermédiaires (fonds larges) urbanisées	1	0,18
		C2.2.Vallées intermédiaires (fonds larges) boisées à bocagères	26	4,38
		C2.3.Vallées intermédiaires (fonds larges) cultivées	5	1,28
	Vallées à méandres	D. Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	14	2,55
	Vallées indistinctes	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	21	3,65
		E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	23	4,38
		E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	11	2,01
		E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55
Basses Vallées		F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
		F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
		F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
Total		30 Types de paysages	548	100,00

Tableau 9.3- Liste des 30 types de paysages de vallées (Niveau 1) en 1984 du bassin versant de la Maine.

Typologie finale des paysages de vallées du bassin versant de la Maine en 1984 ( par tronçon)



Traitement et Réalisation: Z.ALHASKEER, Source: D'après Landsat™ 1984 USGS, MNT 50 m de l'IGN



*Figure 9.3- Typologie finale des paysages de vallées en 1984 du bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé).*

Les cartes de la typologie des paysages de vallées en 1984 de sous bassins versants de la Maine sont repérées en annexe N°17.

<i>Types principales</i>	<i>Sous-type</i>	<i>Type</i>	<i>Effectif</i>	<i>%</i>
<i>Gorges et Vallées très encaissées</i>	<i>Gorges</i>	A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28
		A2.Vallées très encaissées urbanisées	3	0,55
	<i>Vallées très encaissées</i>	A3.Vallées très encaissées bocagères	46	8,39
		A4.Vallées très encaissées cultivées	14	2,55
		A5.Vallées très encaissées boisées	20	3,65
		B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	2	0,36
		B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	68	12,41
		B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	47	8,58
		B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	34	6,20
		B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	60	10,95
<i>Vallées intermédiaires</i>	<i>Vallées intermédiaires communes</i>	C1.Vallées intermédiaires urbanisées	6	1,09
		C2.Vallées intermédiaires bocagères	38	6,93
		C3.Vallées intermédiaires cultivées	45	8,21
		C4.Vallées intermédiaires boisées	16	2,92
		C5.Vallées intermédiaires herbagères	49	8,94
	<i>Vallées à méandres</i>	D. Vallées à méandres encaissées bocagères	14	2,55
		E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	21	3,83
		E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	23	4,20
		E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	11	2,01
		E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55
<i>Basses Vallées</i>	<i>Vallées indistinctes</i>	F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55
		F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09
		F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18
<i>Total</i>		23 types de paysages	548	100,00

*Tableau 9.4- Liste des 23 types de paysages de vallées en 1984 (Niveau II).*

En comparaison les types de paysages de vallées entre 1984 et 2003, nous trouvons que les vallées en gorges boisées et les vallées très encaissées urbanisées sont stables. Les vallées très encaissées bocagères et cultivées ont régressé au profit des vallées très encaissées boisées.

Les vallées intermédiaires encaissées urbanisées, bocagères et boisées ont progressé au profit des vallées cultivées et herbagères.

Les vallées intermédiaires urbanisées, bocagères et cultivées ont progressé au détriment des vallées herbagères. Les vallées intermédiaires boisées et les vallées à méandres encaissées bocagères sont stables entre 1984 et 2003.

Les vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères ont régressé au profit des vallées évasées faiblement marquées cultivées. Les vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères et cultivées sont stables.

Enfin, les basses vallées sont stables dans tous les types d'occupation du sol entre 1984 et 2003.



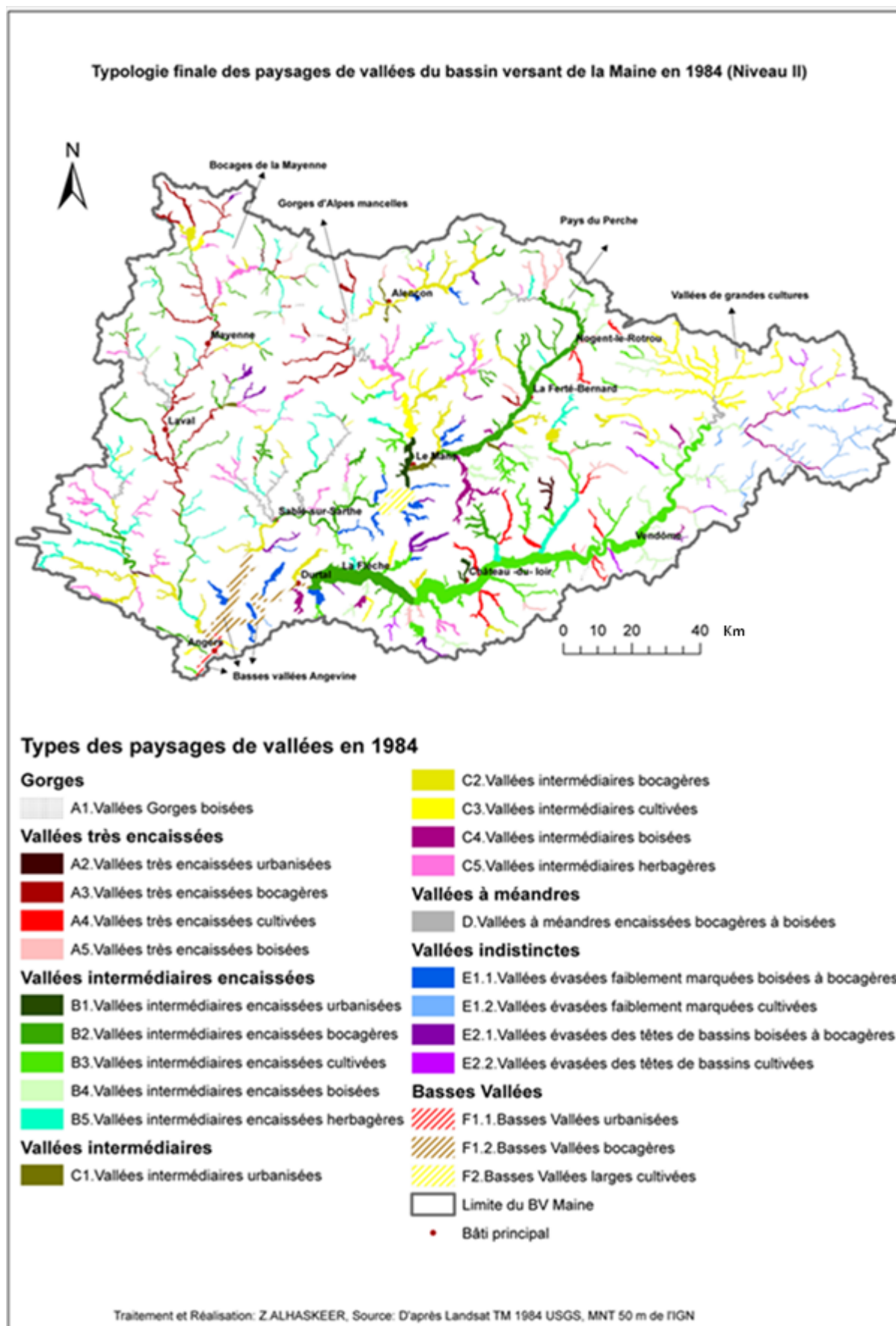


Figure 9.4- Typologie des paysages de vallées en 1984 du bassin versant de la Maine (Niveau II).

Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	1	0,57	C3.Vallées intermédiaires cultivées	35	20,11
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	0,57	C4.Vallées intermédiaires boisées	7	4,02
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	C5.Vallées intermédiaires herbagères	1	0,57
A4.Vallées très encaissées cultivées	11	6,32	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	1	0,57
A5.Vallées très encaissées boisées	8	4,60	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	6	3,45
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	1	0,57	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	23	13,22
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	3	1,72	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	4	2,30
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	28	16,09	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	8,05
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	18	10,34	F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	4	2,30	F1.2.Basses Vallées bocagères	3	1,72
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00
C2.Vallées intermédiaires bocagères	5	2,87			

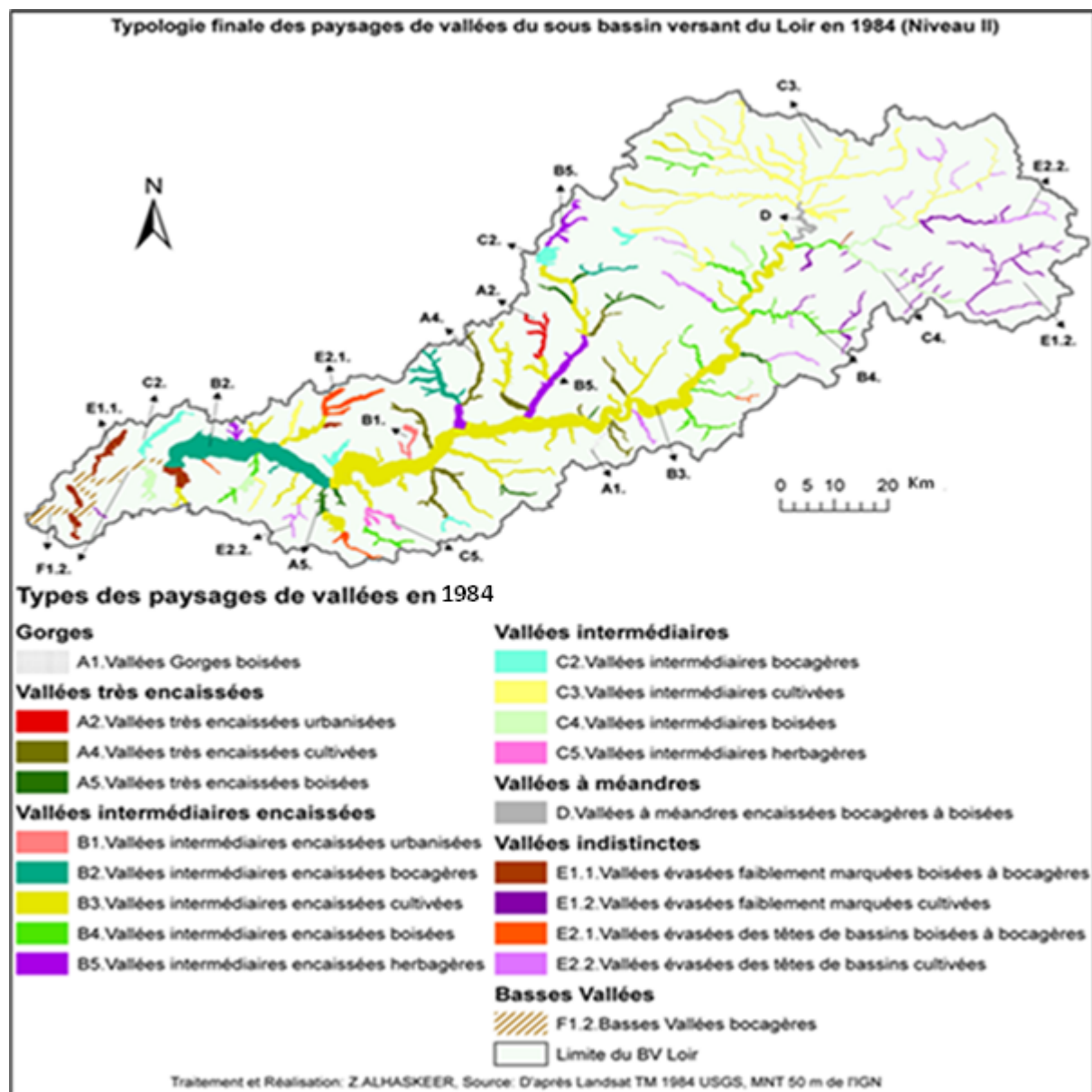


Figure 9.5- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant du Loir (Niveau II).

Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	5	3,65	C3.Vallées intermédiaires cultivées	6	4,38
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	C4.Vallées intermédiaires boisées	1	0,73
A3.Vallées très encaissées bocagères	14	10,22	C5.Vallées intermédiaires herbagères	24	17,52
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	8	5,84
A5.Vallées très encaissées boisées	2	1,46	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	12	8,76
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	1	0,73	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	11	8,03	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	3	2,19
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	9	6,57	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	4	2,92	F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	20	14,60	F1.2.Basses Vallées bocagères	1	0,73
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	3	2,19	F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,73
C2.Vallées intermédiaires bocagères	12	8,76			

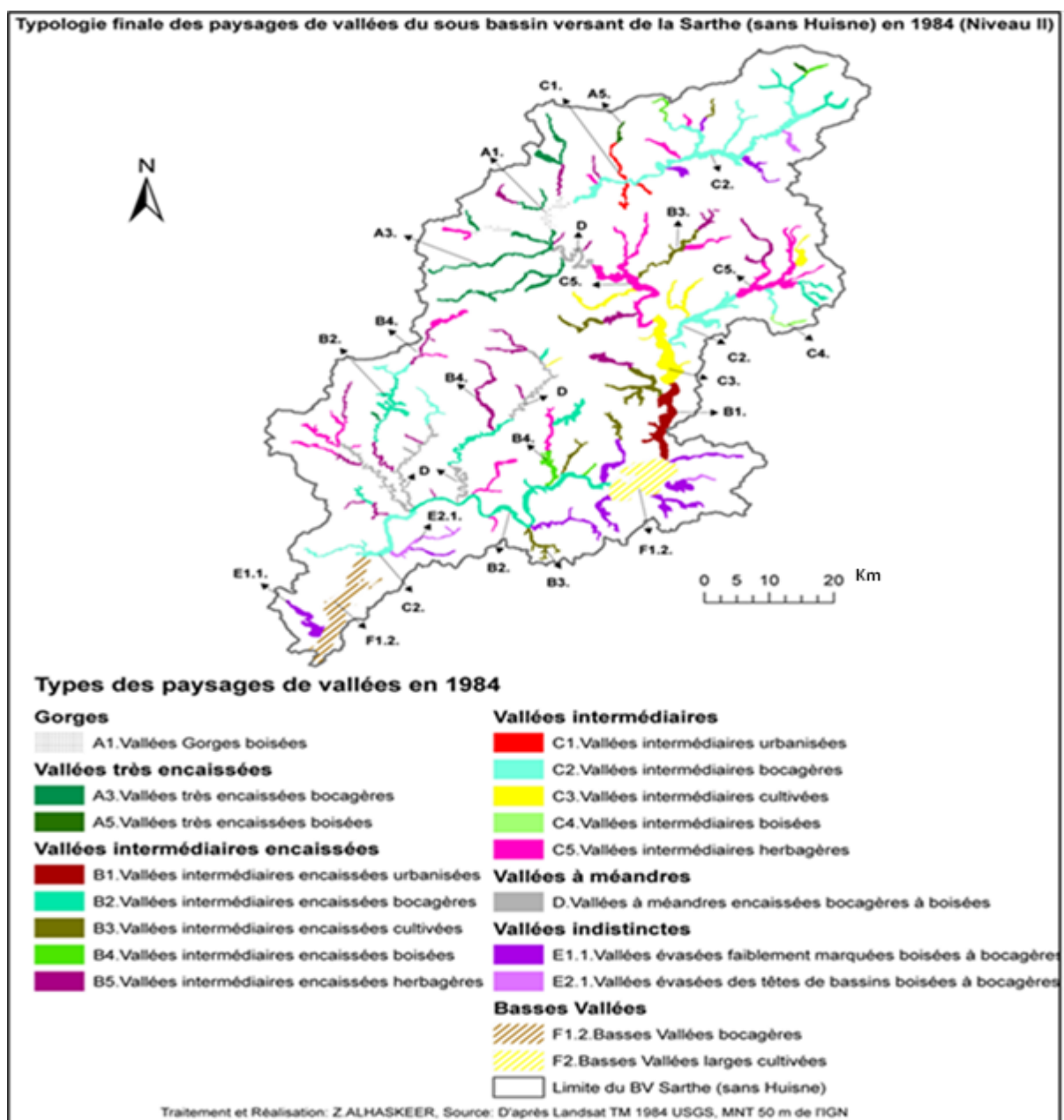


Figure 9.6- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Sarthe (hors Huisne) (Niveau II).

Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	1	0,78	C3.Vallées intermédiaires cultivées	2	1,56
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	0,78	C4.Vallées intermédiaires boisées	1	0,78
A3.Vallées très encaissées bocagères	30	23,44	C5.Vallées intermédiaires herbagères	12	9,38
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	2	1,56
A5.Vallées très encaissées boisées	4	3,13	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	1	0,78
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	31	24,22	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	3	2,34
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	1	0,78	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	5	3,91	F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	22	17,19	F1.2.Basses Vallées bocagères	1	0,78
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	1	0,78	F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00
C2.Vallées intermédiaires bocagères	10	7,81			

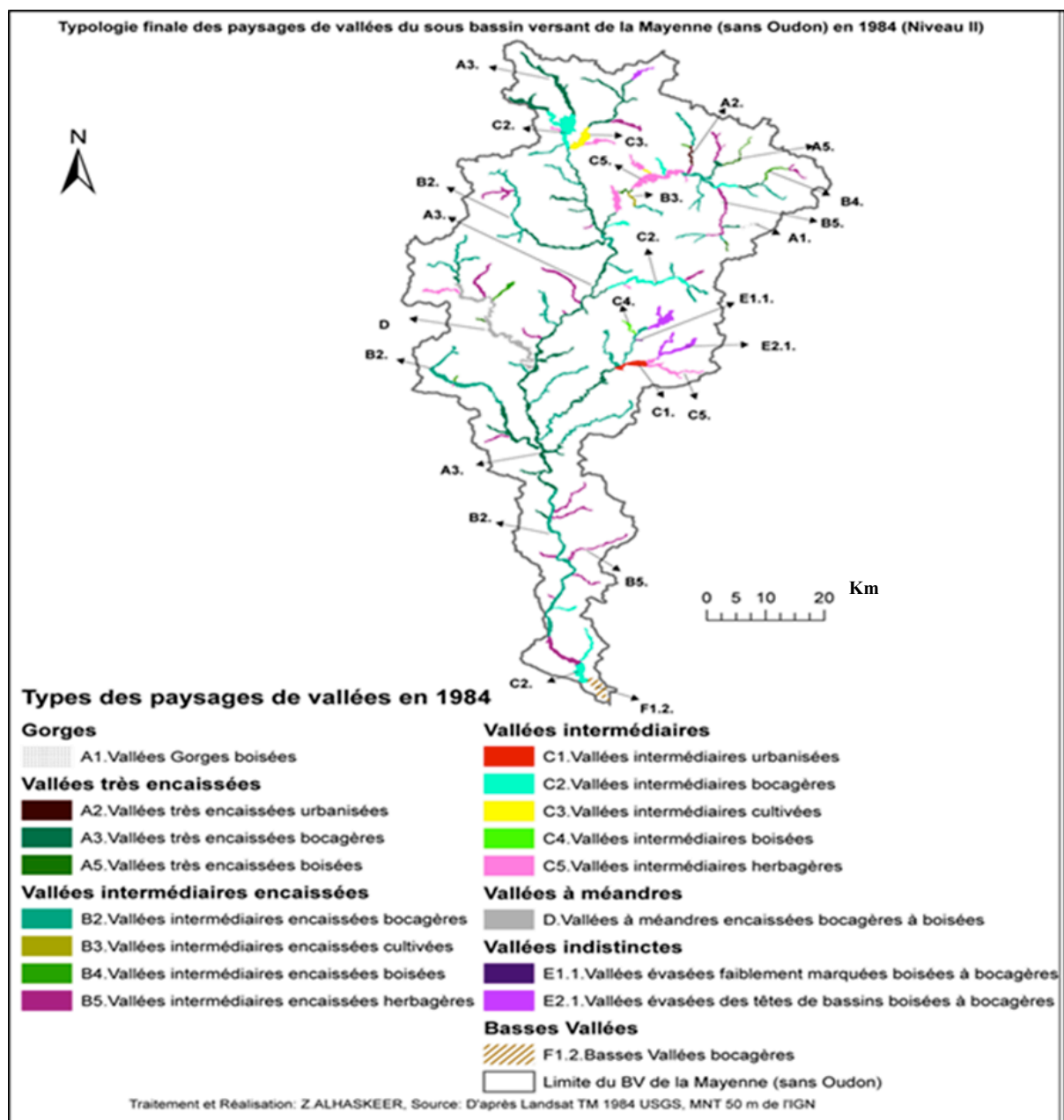


Figure 9.7- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Mayenne (hors Oudon) (Niveau II).



Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	C3.Vallées intermédiaires cultivées	0	0,00
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	C4.Vallées intermédiaires boisées	7	10,61
A3.Vallées très encaissées bocagères	2	4,55	C5.Vallées intermédiaires herbagères	1	1,52
A4.Vallées très encaissées cultivées	3	4,55	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	2	3,03
A5.Vallées très encaissées boisées	6	9,09	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	2	3,03
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	19	28,79	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	1	1,52
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	8	12,12	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	7	10,61	F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	2	3,03	F1.2.Basses Vallées bocagères	0	0,00
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	2	3,03	F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00
C2.Vallées intermédiaires bocagères	4	6,06			

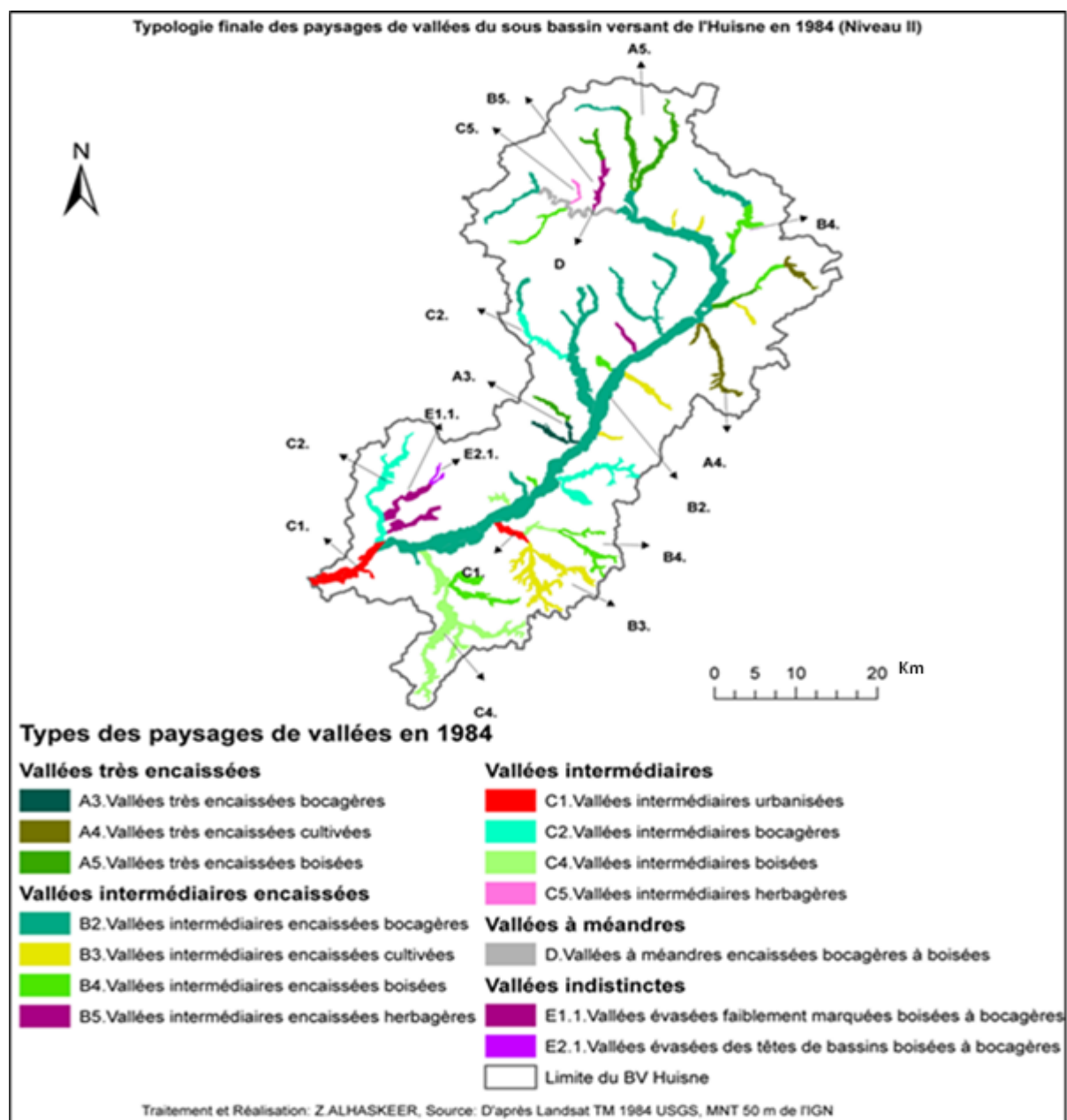


Figure 9.8- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de l'Huisne (Niveau II).



Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	C3.Vallées intermédiaires cultivées	0	0,00
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	2,86	C4.Vallées intermédiaires boisées	0	0,00
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	C5.Vallées intermédiaires herbagères	11	31,43
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	1	2,86
A5.Vallées très encaissées boisées	0	0,00	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	3	8,57	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	0	0,00
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	0	0,00	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	0	0,00	F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	12	34,29	F1.2.Basses Vallées bocagères	0	0,00
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00
C2.Vallées intermédiaires bocagères	7	2,86			

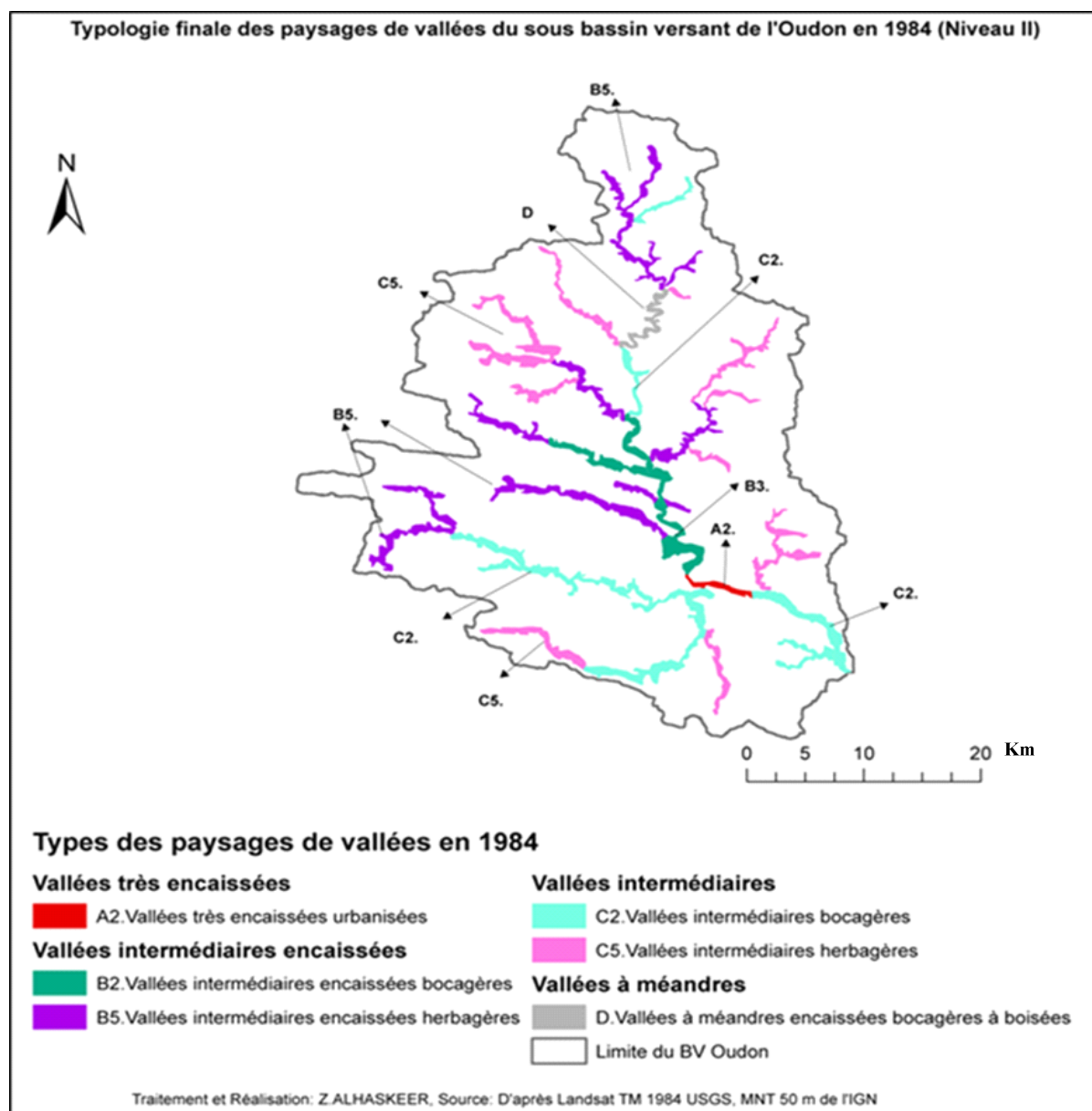


Figure 9.9- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de l'Oudon (Niveau II).

Type des vallées	Nombre	%	Type des vallées	Nombre	%
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	C3.Vallées intermédiaires cultivées	2	25,00
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	C4.Vallées intermédiaires boisées	0	0,00
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	C5.Vallées intermédiaires herbagères	0	0,00
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	D.Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées	0	0,00
A5.Vallées très encaissées boisées	0	0,00	E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	1	12,50	E2.1.Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères	0	0,00
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	1	12,50	E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	0	0,00	F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	37,50
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	0	0,00	F1.2.Basses Vallées bocagères	1	12,50
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00
C2.Vallées intermédiaires bocagères	0	0,00			

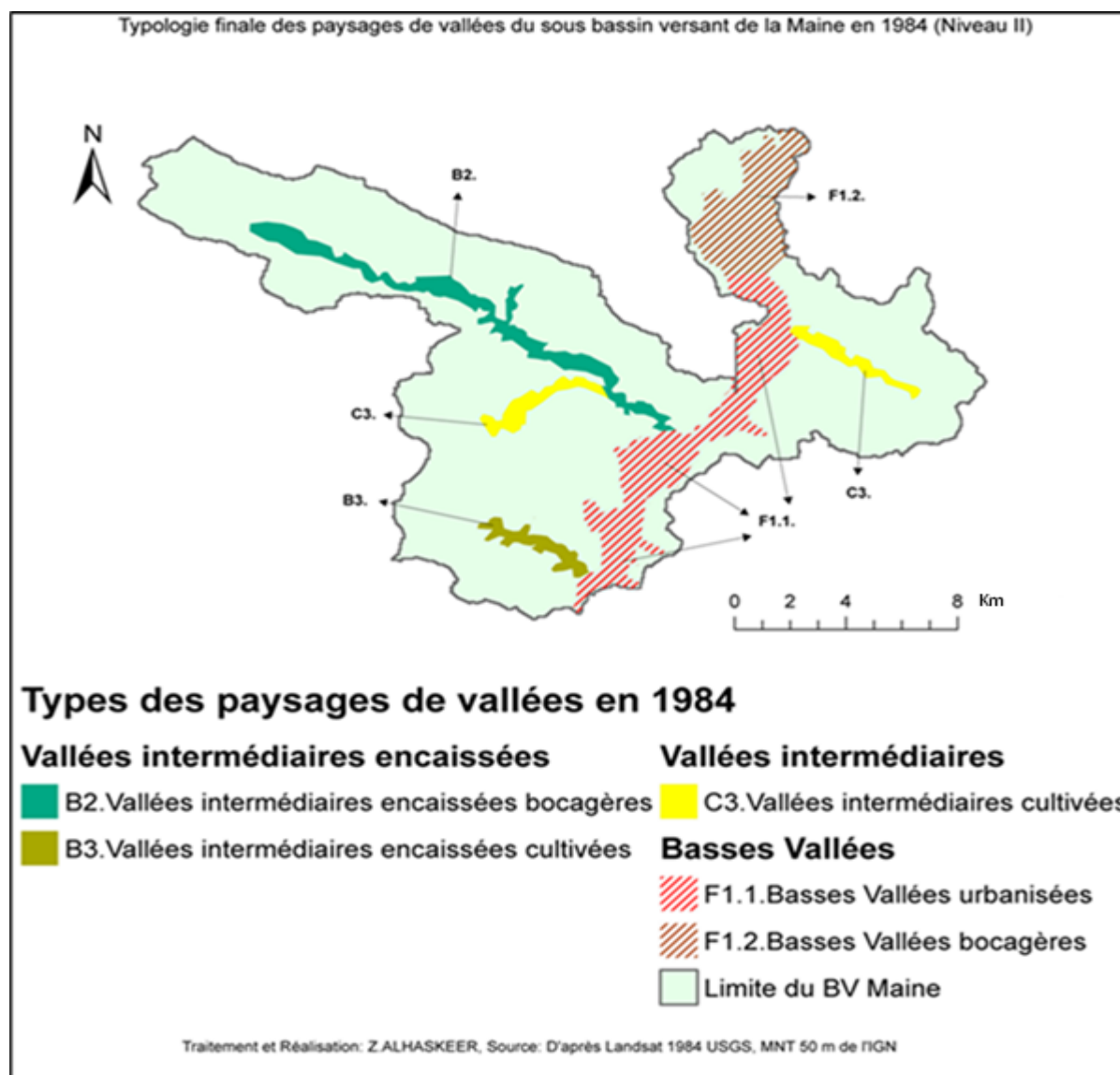


Figure 9.10- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Maine (Niveau II).

La distribution des classes d'occupation du sol par les types morphologiques et ainsi leurs localisations dans le bassin versant de la Maine est présentée en annexe N°18.

## 9.2. Commentaire des résultats

La carte des vallées du bassin du Loir (Figure 9.5) montre que les vallées en gorges boisées sont minoritaires. Parmi les tronçons des vallées très encaissées, les cultures sont l'occupation dominante (11 tronçons, soit 6,33 %). Les vallées cultivées et boisées sont dominantes dans le type des vallées encaissées intermédiaires (46 tronçons, soit 26,43 %). Ainsi, les surfaces cultivées sont très présentes dans les vallées intermédiaires et indistinctes. Pour conclure, les tronçons cultivés sont très présents dans les vallées du Loir, dont ils présentent 63,79 % de l'ensemble des tronçons des vallées du Loir.

- La carte des vallées du bassin de la Sarthe (hors Huisne) (Figure 9.6) montre que les vallées bocagères sont très présentes dans le type des vallées très encaissées. Les vallées bocagères et herbagères sont dominantes dans le type des vallées encaissées intermédiaires (31 tronçons, soit 22,63 %). Le même phénomène est présent dans les vallées intermédiaires, indistinctes et les basses vallées. Enfin, on observe que les tronçons bocagers et herbagers sont très présents, ils présentent 62,78 % de l'ensemble des tronçons des vallées de la Sarthe. Tandis que les tronçons cultivés sont minoritaires, ils occupent 11,68% de l'ensemble des tronçons des vallées de la Sarthe.
- La carte des vallées du bassin de la Mayenne (hors Oudon) (Figure 9.7) montre que les vallées bocagères sont très présentes dans le type des vallées très encaissées (30 tronçons, soit 23,44%). Les vallées bocagères et herbagères sont dominantes dans le type des vallées intermédiaires. Pour conclure, les tronçons bocagers sont très présents dans les vallées de la Mayenne.
- La carte des vallées du bassin de l'Huisne (Figure 9.8) montre que les vallées boisées sont très présentes dans le type des vallées très encaissées. Les tronçons bocagers et cultivées sont très présents dans le type des vallées intermédiaires encaissées. Les tronçons boisés sont dominants dans le type des vallées intermédiaires. Enfin, on observe que les tronçons boisés et bocagers sont très présents dans les vallées de l'Huisne.
- La carte des vallées du bassin de l'Oudon (Figure 9.9) montre que les vallées bocagères et herbagères sont très dominantes dans le type des vallées intermédiaires encaissées. Le même phénomène est présent dans les vallées intermédiaires. Enfin, on observe que les tronçons bocagers et herbagers sont très présents dans les vallées de l'Oudon.
- Enfin, la carte des vallées du bassin de la Maine aval (Figure 9.10) montre les vallées urbanisées sont dominantes et les vallées bocagères sont très présentes dans tous les tronçons des vallées de la Maine aval.

## Conclusion du Chapitre 9

Les résultats de la typologie de paysages de vallées (Figure 9.5) du bassin versant de la Maine en 1984 confirment la plupart des caractéristiques déjà mises en évidence à partir des images de 2003.

On constate que la plupart des vallées sont bocagères à herbagères, en particulier dans le bassin versant de la Mayenne, de l'Huisne et de l'Oudon. Les surfaces forestières sont plus concentrées dans le bassin versant de la Sarthe. Par contre, la plupart des vallées du bassin versant du Loir sont cultivées.

Ces résultats de la typologie finale des vallées vont être ensuite complétés par l'étude diachronique des paysages pour rendre compte des changements et des enjeux liés aux vallées là où elles sont soumises aux actions anthropiques (chapitre 10).

## **Chapitre 10 : La modification des paysages de vallée ; étude diachronique**

## Introduction du Chapitre 10

Dans ce chapitre, nous proposons une détection des évolutions des paysages des vallées du bassin versant de la Maine par la comparaison entre les deux cartographies qui sont effectuées en 1984 et 2003. La détection des changements, révélée par des indicateurs d'occupation du sol est localisée et les changements sont quantifiés. Nous essaierons en particulier de répondre aux questions suivantes, quel est le rôle des zones environnantes dans les modifications des types d'occupation du sol ? Est-ce que ces modifications sont d'une même intensité dans toutes les vallées de la Maine ? Les paysages de vallée se sont-ils diversifiés au fil du temps ou au contraire assiste-t-on à leur homogénéisation ?

Nous identifions également les enjeux liés aux activités agricoles, à la forêt et à l'urbanisation à l'échelle des vallées. Cette identification permet de mettre en évidence les liens entre paysages et diverses fonctions de ces espaces. Nous proposons également une méthodologie de détection des changements dans les vallées du bassin versant de la Maine (Figure 10.1) entre 1984 et 2003.

Ainsi les évolutions dans les vallées sont-elles repérées à partir de quatre indicateurs :

- Indicateur de contraste du taux des boisements ;
- Indicateur de contraste d'emprise urbaine ;
- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures ;
- Indicateur de contraste synthétique paysager.

Ces indicateurs ont pour objectif de comparer l'évolution du degré de singularité des vallées par rapport aux zones environnantes entre 1984 et 2003. Ils sont étudiés d'abord pour l'ensemble du bassin versant de la Maine puis pour chaque sous bassin.

Pour chacun des espaces, les résultats sont présentés par vallée (organisation dans l'espace) puis par type d'occupation du sol. Les changements sont évalués à partir d'un degré de changement nul, faible ou fort. Le changement est considéré comme fort lorsque le nombre de type de vallée changé est très élevé (plus de 4 tronçons en sens positif ou négatif). La même considération est mise en place pour le changement considéré comme moyen (nombre de type de vallée changé est moyen (moins de 4 tronçons en sens positif ou négatif)). Le degré de changement est considéré comme nul lorsque le nombre de type de vallée ne connaît pas aucun changement.

### 10.1. Analyse diachronique dans les vallées de l'ensemble du bassin la Maine

- Les changements intervenus par type de vallée:

L'analyse d'évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 révèle des changements importants (Tableau 10.1).

Les vallées soumises aux changements moyens sont celles qui sont très encaissées, bocagères et cultivées et les vallées évasées faiblement marquées, boisées à bocagères ; les bois y ont progressé et les espaces cultivés ont régressé. Par exemple :

- de nombreux tronçons qui étaient bocagers en 1984 sont boisés en 2003 : le Sarthon aval, la Terrançon, l'Ornette moyenne, la Varenne moyenne, l'Aron aval, la Mayenne amont 2 et 7 et la Gourbe moyenne 2.
- les tronçons qui étaient cultivés en 1984 et qui sont boisés en 2003: le Long aval, le Dinan aval, l'Etangsort amont et la Font de Sasnières.
- les tronçons qui ont progressé dans un sens d'un accroissement moyen de nombre de types de vallée, comme les vallées intermédiaires encaissées urbanisées, les vallées intermédiaires urbanisées et les vallées évasées faiblement marquées cultivées. Nous pouvons citer par exemple : le Brionneau (vallées intermédiaires encaissées bocagères



en 1984 et devenues urbanisées en 2003), le ruisseau de l'Epervière (vallées intermédiaires cultivées en 1984 et devenues urbanisées en 2003), l'Anerai amont (vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères en 1984 et devenues cultivées en 2003).

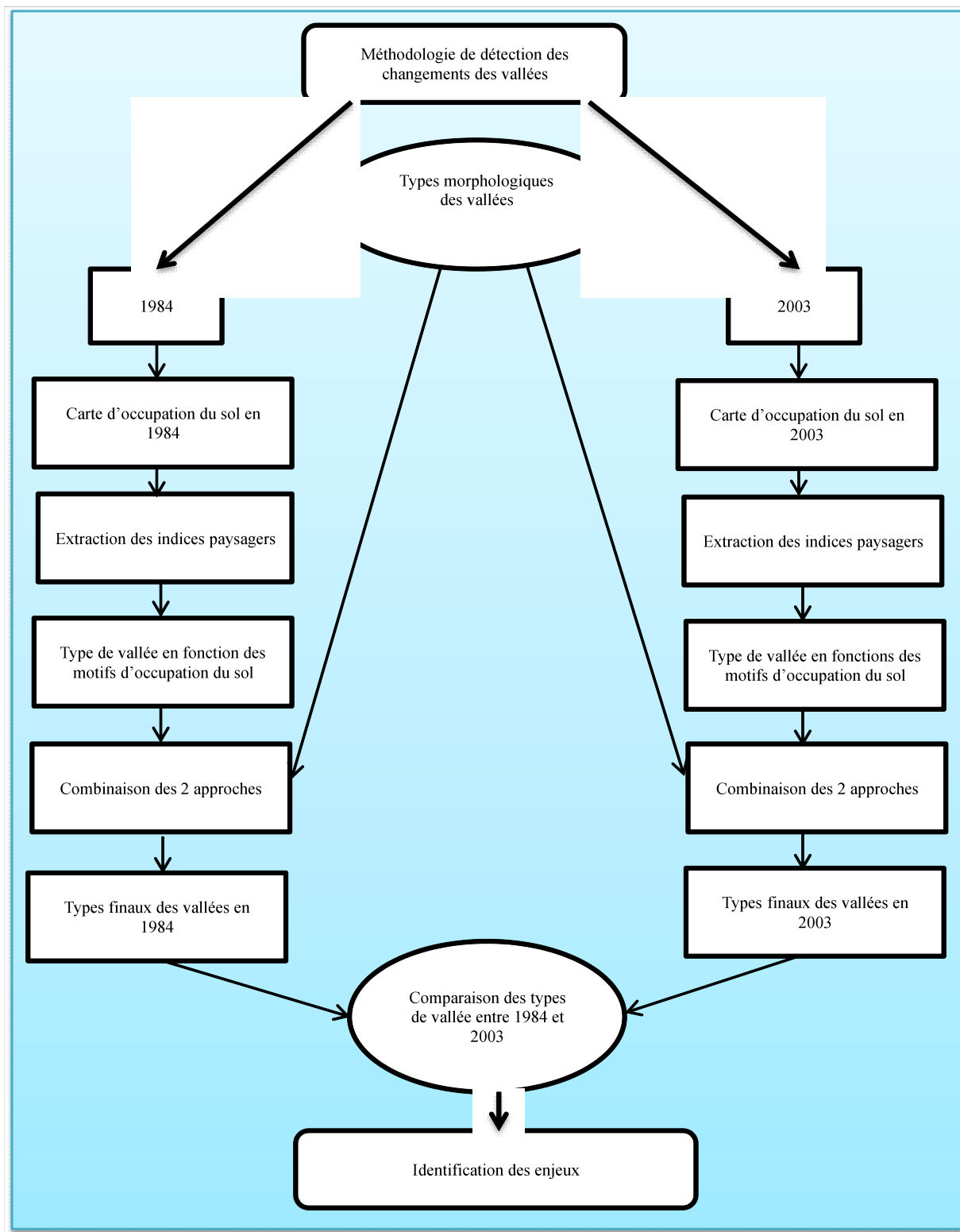


Figure 10.1- Étape d'analyse des changements par la typologie des types de vallée entre 1984 et 2003 dans le bassin versant de la Maine.

Type de vallée	En 1984	En 2003	Changement
----------------	---------	---------	------------

	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	7	1,28	7	1,28	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	3	0,55	3	0,55	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	46	8,39	40	7,30	-6
A4.Vallées très encaissées cultivées	14	2,55	7	1,28	-7
A5.Vallées très encaissées boisées	20	3,65	33	6,02	+13
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	2	0,36	3	0,55	+1
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	68	12,41	87	15,88	+19
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	47	8,58	35	6,39	-12
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	34	6,20	47	8,58	+13
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	60	10,95	39	7,12	-21
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	6	1,09	7	1,28	+1
C2.Vallées intermédiaires bocagères	38	6,93	47	8,58	+9
C3.Vallées intermédiaires cultivées	45	8,21	58	10,58	+13
C4.Vallées intermédiaires boisées	16	2,92	16	2,92	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	49	8,94	26	4,74	-23
D.Vallées à méandres encaissées bocagères	14	2,55	14	2,55	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	21	3,83	20	3,65	-1
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	23	4,20	24	4,38	+1
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	11	2,01	11	2,01	0
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	2,55	14	2,55	0
F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	0,55	3	0,55	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	6	1,09	6	1,09	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,18	1	0,18	0
<div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>					

Tableau 10.1- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003.

Les vallées soumises aux changements forts appartiennent à la classe des vallées intermédiaires et sont situées dans les sous bassins versant de la Sarthe, de la Mayenne et de l'Oudon. Elles sont de deux types :

- les vallées intermédiaires encaissées, cultivées et herbagères. Les espaces boisés y ont progressés. Les cas sont assez nombreux : l'Erve amont 2, la Vègre amont, l'Ornette amont, l'Aisne moyenne, le Chéran amont et l'Hière aval (vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 et devenues bocagères en 2003), la Braye amont, la Dive, l'Oscene et l'Oudon amont (vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 et devenues cultivées en 2003), la Vée aval, la Maure, le Tilleul amont et l'Andainette (vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 et devenues boisées en 2003).
- les vallées intermédiaires herbagères qui sont devenues bocagères et cultivées. Par exemple : l'Erve amont 1, la Sarthe moyenne 5, le Merdereau amont, la Jouanne amont et la Mayenne amont 4 et 6 (vallées intermédiaires herbagères en 1984 et devenues bocagères en 2003), la Fare moyenne, les Deux Fonds, la Saosnette, le Rosay Nord amont, la Croix amont et la Chippe (vallées intermédiaires herbagères en 1984 et devenues cultivées en 2003).

Les vallées sans changement sont situées dans des classes à morphologiques remarquables. Ce sont des vallées en gorges boisées et des basses vallées bocagères (herbagères), les vallées à méandres encaissées bocagères et enfin les vallées évasées faiblement marquées.

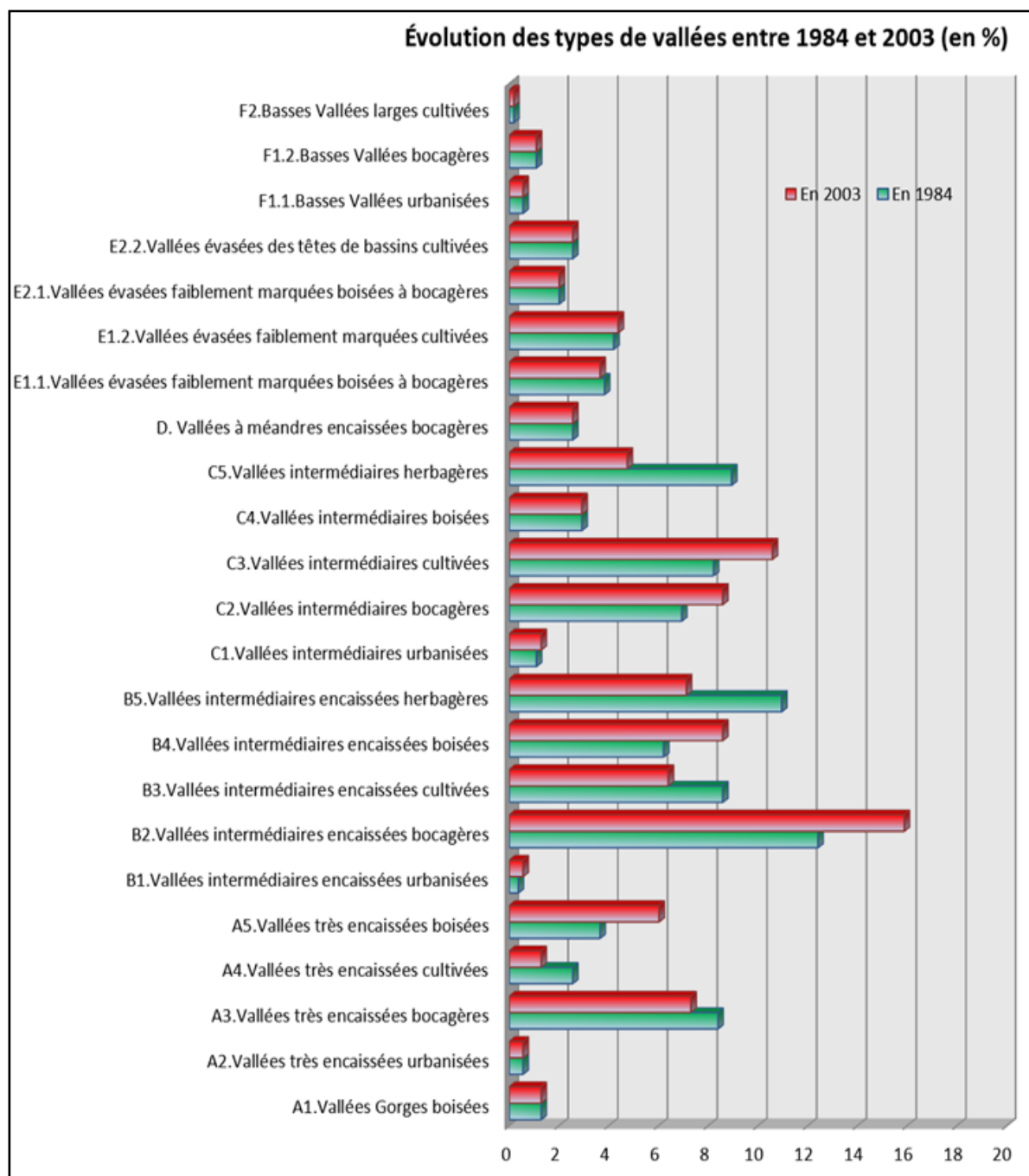


Figure 10.2- Comparaison de l'évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 (ce sont des % de nombre de type de vallée qui correspond aux niveaux de changement).

Ainsi les vallées herbagères sont celles qui ont connu le plus fréquemment un changement. Les surfaces en herbe ont considérablement régressé en 20 ans au profit des cultures et des surfaces boisées.

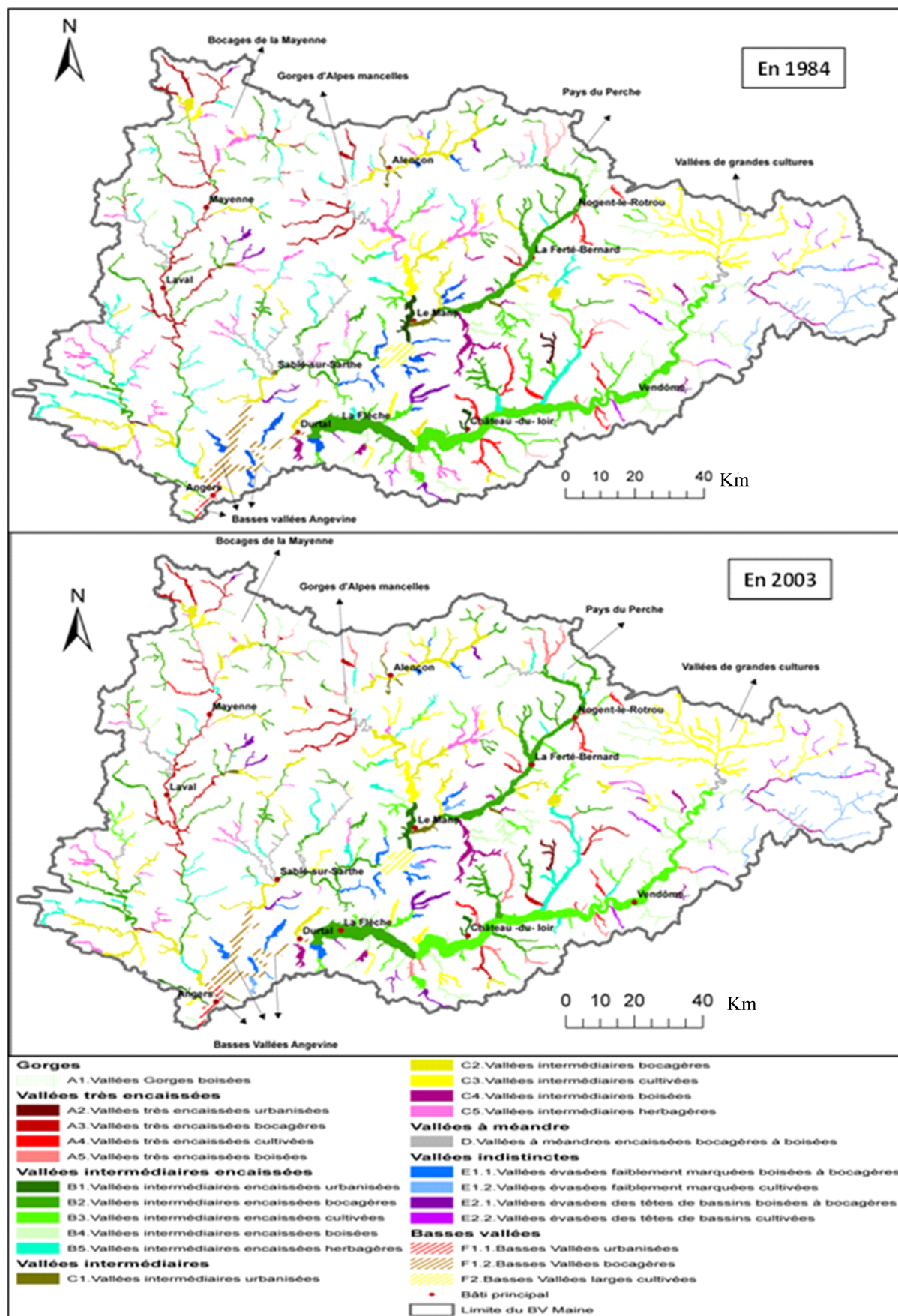


Figure 10.3- Types de vallée du BV de la Maine entre 1984 et 2003.

- Par type d'occupation du sol :

L'évolution des types de vallée en fonction de l'occupation du sol entre 1984 et 2003 montre que :

- les vallées urbanisées sont stables et celles qui sont périurbaines sont faiblement affectées par les modifications d'occupation du sol. Cela met en évidence l'importance de l'étalement urbain dans les vallées (Figure 10.4).
- Le nombre des vallées bocagères a également augmenté surtout en ce qui concerne les vallées bocagères rurales.
- Les vallées cultivées ont régressé entre 1984 et 2003 ce qui révèle la déprise agricole dans certaines vallées.
- Les vallées boisées fortement progressé et cela montre l'augmentation de la fermeture des vallées.
- Enfin, les vallées herbagères ont été réduites : cela met en évidence le recul de l'élevage dans les vallées au profit d'autres types d'occupation (Figure 10.5).

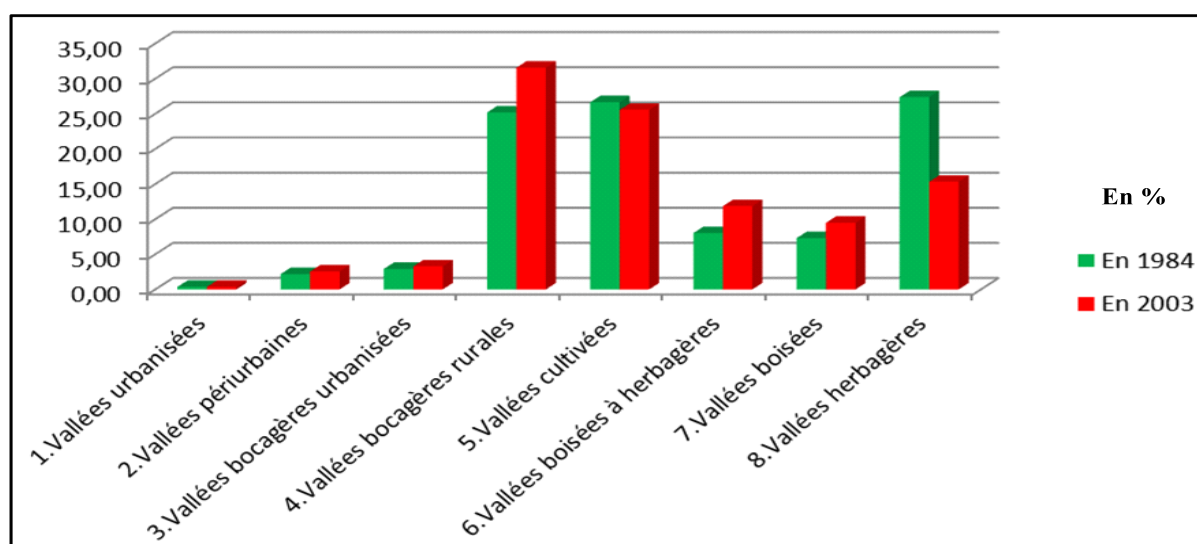


Figure 10.4- Répartition des types de vallée en fonction des types d'occupation du sol entre 1984 et 2003 dans les vallées du BV de la Maine.

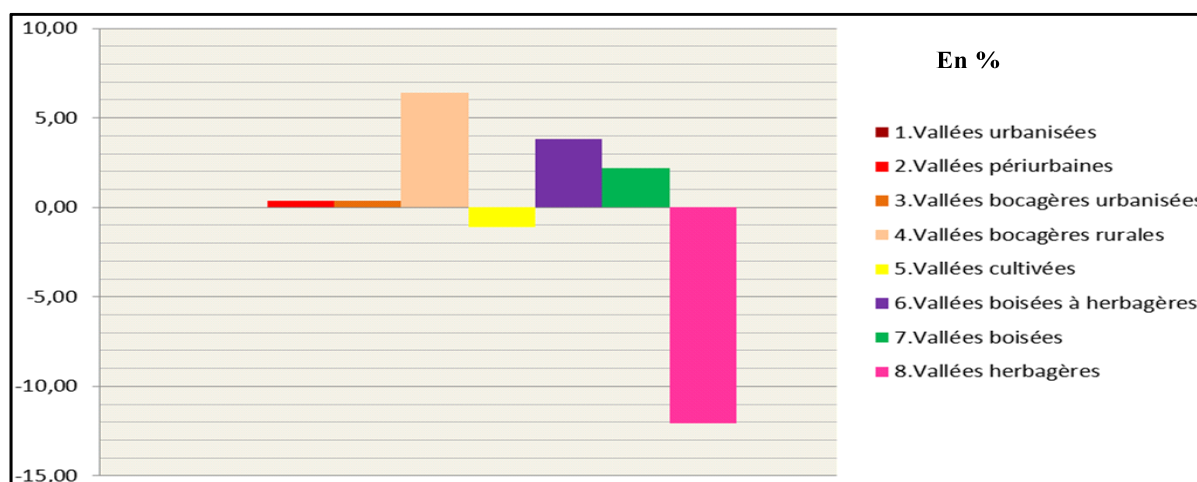


Figure 10.5- Taux de l'évolution des types d'occupation du sol entre 1984 et 2003 (c'est un écart entre deux % de type d'occupation du sol).



L'analyse des changements des types de vallée en fonction des types d'occupation du sol dans chaque sous bassin versant permet d'identifier précisément l'évolution des types de vallée, Elle est exprimée pour chaque catégorie en % du nombre total de tronçons par type dans chacun des bassins versants (Figure 10.6 et 10.7).

Les modifications majeures sont les suivantes :

- Les vallées bocagères ont augmenté dans tous les bassins. Les surfaces forestières ont également augmenté dans toutes les vallées et en particulier dans les vallées de la Sarthe. Les vallées cultivées ont aussi progressé dans la plupart des vallées (surtout dans les vallées de l'Oudon et de la Mayenne), mais elles ont été réduites dans les vallées du sous bassin versant aval de la Maine.

Enfin, les vallées herbagères ont régressé dans toutes les vallées (sauf les vallées du Loir) surtout dans les vallées de la Mayenne et de l'Oudon.

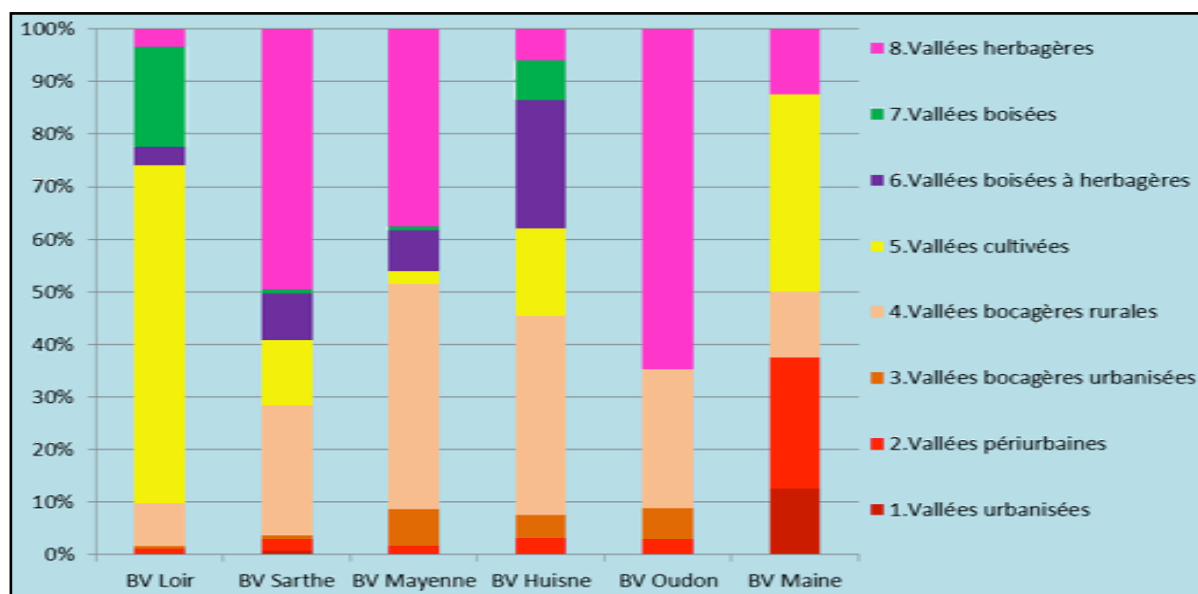


Figure 10.6- Types de vallée en fonction des types d'occupation du sol par sous bassin versant de la Maine en 1984.

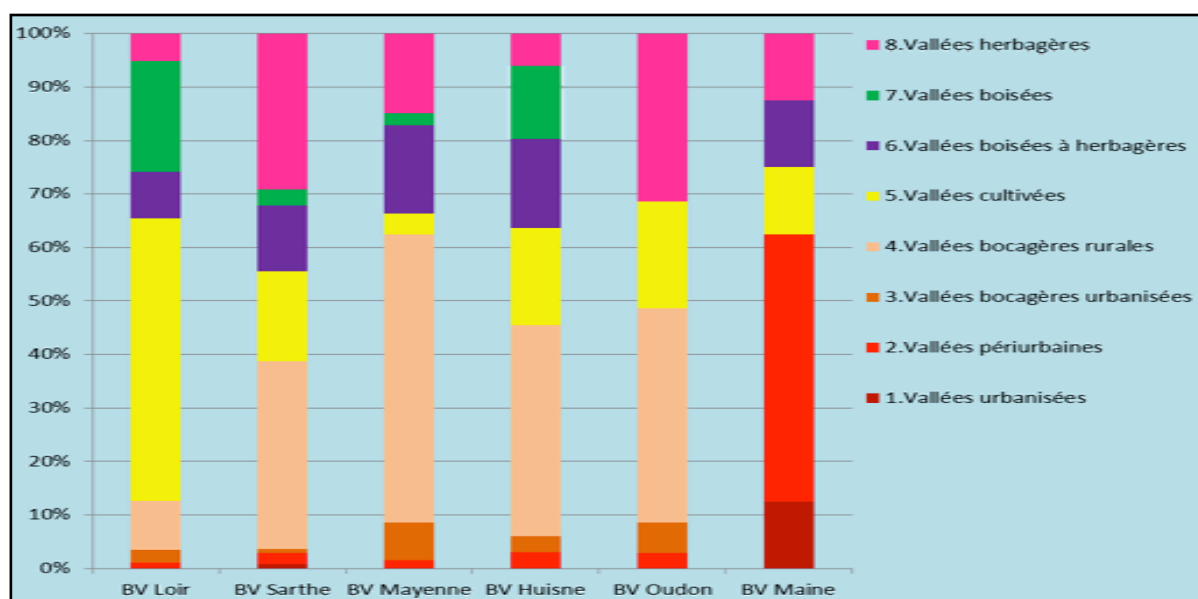


Figure 10.7- Types de vallée en fonction des types d'occupation du sol par sous bassin versant de la Maine en 2003.

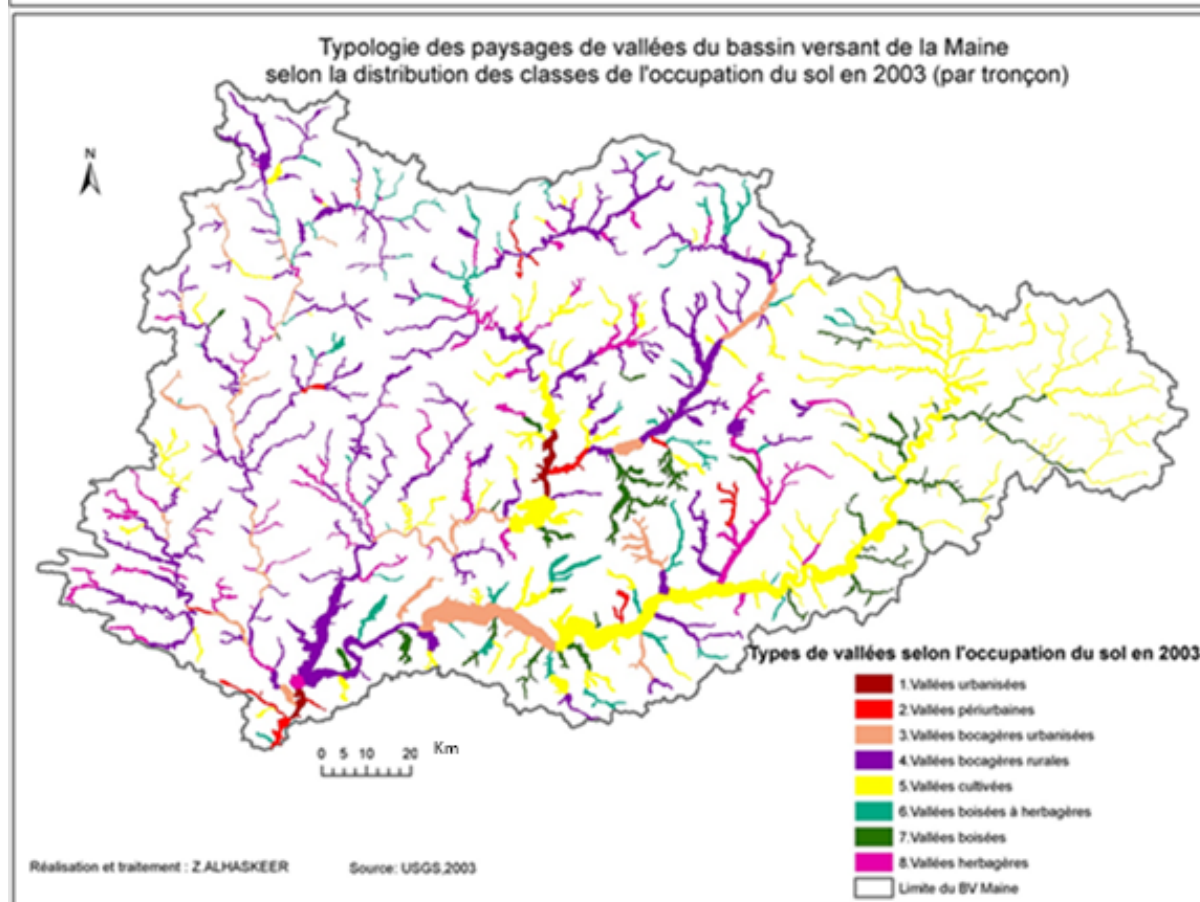
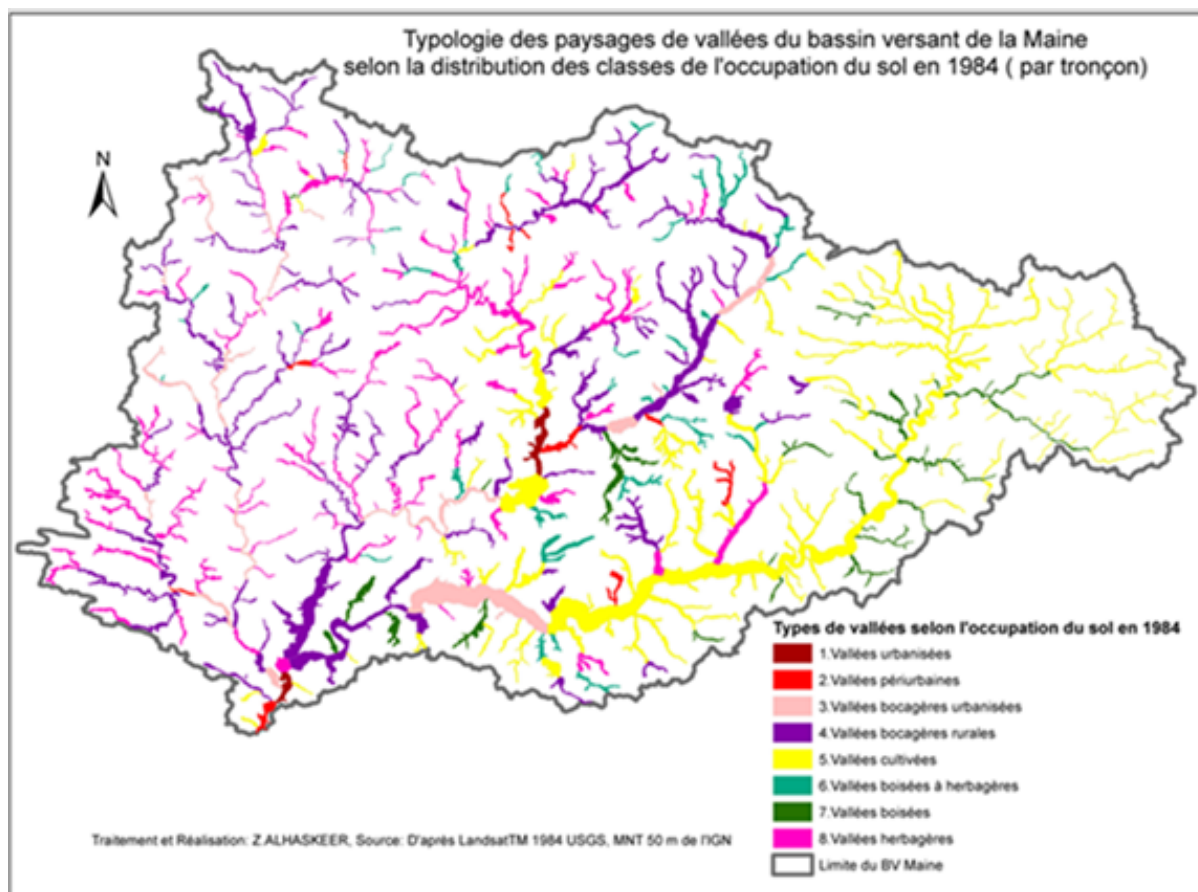


Figure 10.8- Types de vallée en fonction d'occupation du sol entre 1984 et 2003.

Ainsi des tendances plus générales peuvent être mises en évidence en regroupant certaines catégories d'occupation du sol.

En regroupant prairies et cultures, le diagnostic montre que 76% de la surface des vallées sont voués à l'agriculture en 1984 et 68 % en 2003 (Figure 10.9). La surface utilisée par l'agriculture dans les zones environnantes est en moyenne de 80% en 1984 et 76% en 2003. Dans le détail, l'emprise spatiale de l'activité agricole varie d'une moyenne par tronçon de seulement 51 % en 2003 pour les gorges boisées contre 63 % en 1984 et cela explique la progression des surfaces forestières dans les vallées gorges (Figure 10.9). La surface agricole est en moyenne de 55 % en 1984 et en 2003 dans les vallées très encaissées boisées. Elle était de 91% en 1984 pour les vallées évasées des têtes de bassins cultivées et 92% en 2003.

La vocation agricole semble quasi exclusive pour certains types de vallée (vallées indistinctes, les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires), mais moins essentielle dans les secteurs en gorges.

La figure 10.9 montre que la vocation agricole, entre 1984 et 2003, se réduit dans les vallées en gorges et très encaissées (sauf les vallées très encaissées cultivées), dans les vallées intermédiaires, les vallées à méandres encaissées et les vallées indistinctes (sauf les vallées évasées des têtes de bassins cultivées) et les basses vallées. Elle progresse dans les vallées intermédiaires encaissées.

De manière générale, et à l'exception des vallées intermédiaires et des vallées indistinctes, la surface consacrée à l'agriculture est plus réduite que dans les zones environnantes (Figure 10.9). Cette moindre représentation de l'espace agricole au sein des vallées témoigne de la diversification des fonctions qu'elles assurent. Ainsi, le taux de boisement est souvent plus grand, comme l'atteste la part importante occupée par les surfaces forestières dans les tronçons (plus de 16% en moyenne en 1984 et 21% en 2003) en comparaison avec les espaces environnants (15% en 1984 et 17% en 2003). Les surfaces bâties occupent une emprise plus grande à l'intérieur des vallées (5 % en 1984 et 6% en 2003).

Les surfaces en herbe représentent en moyenne 46% en 1984 et 41% en 2003 de la surface agricole des tronçons. Les prairies occupent en moyenne 41% des versants et 49% des fonds de vallée en 1984, mais représentent 44% des zones environnantes. En 2003, les prairies occupent en moyenne 38% des versants et 44% des fonds de vallée, mais représentent 32% des zones environnantes. Cet état masque en fait une diversité de situations puisque ces taux varient.

- Ainsi, en 1984, la part des prairies représente en moyenne près de 48% de la surface agricole des gorges boisées, près de 63% de celle des vallées très encaissées bocagères et boisées, des vallées intermédiaires encaissées bocagères, herbagères, des vallées intermédiaires bocagères et herbagères, des vallées indistinctes boisées à bocagères et des basses vallées. Cependant, ce taux atteint à peine 6% pour les vallées indistinctes cultivées, seulement de 33% pour les vallées très encaissées urbanisées et cultivées, des vallées intermédiaires encaissées urbanisées, cultivées et des vallées intermédiaires urbanisées, cultivées (Figure 10.10).
- En 2003, la part des prairies représente en moyenne près de 63% de la surface agricole des gorges boisées, près de 48% de celle des vallées très encaissées bocagères et boisées, des vallées intermédiaires encaissées bocagères, herbagères, des vallées intermédiaires bocagères et herbagères, des vallées indistinctes boisées à bocagères et des basses vallées. Cependant, ce taux atteint à peine 9% pour les vallées indistinctes cultivées, seulement de 31% pour les vallées très encaissées urbanisées et cultivées, des vallées intermédiaires encaissées urbanisées, cultivées et des vallées intermédiaires urbanisées, cultivées.

Basé sur ce résultat, nous constatons que les prairies ont progressé, entre 1984 et 2003, dans les gorges et ont été réduites dans les autres vallées.



Figure 10.9- Part des surfaces utilisée pour l'agriculture en fonction des types de paysages de vallée entre 1984 et 2003.



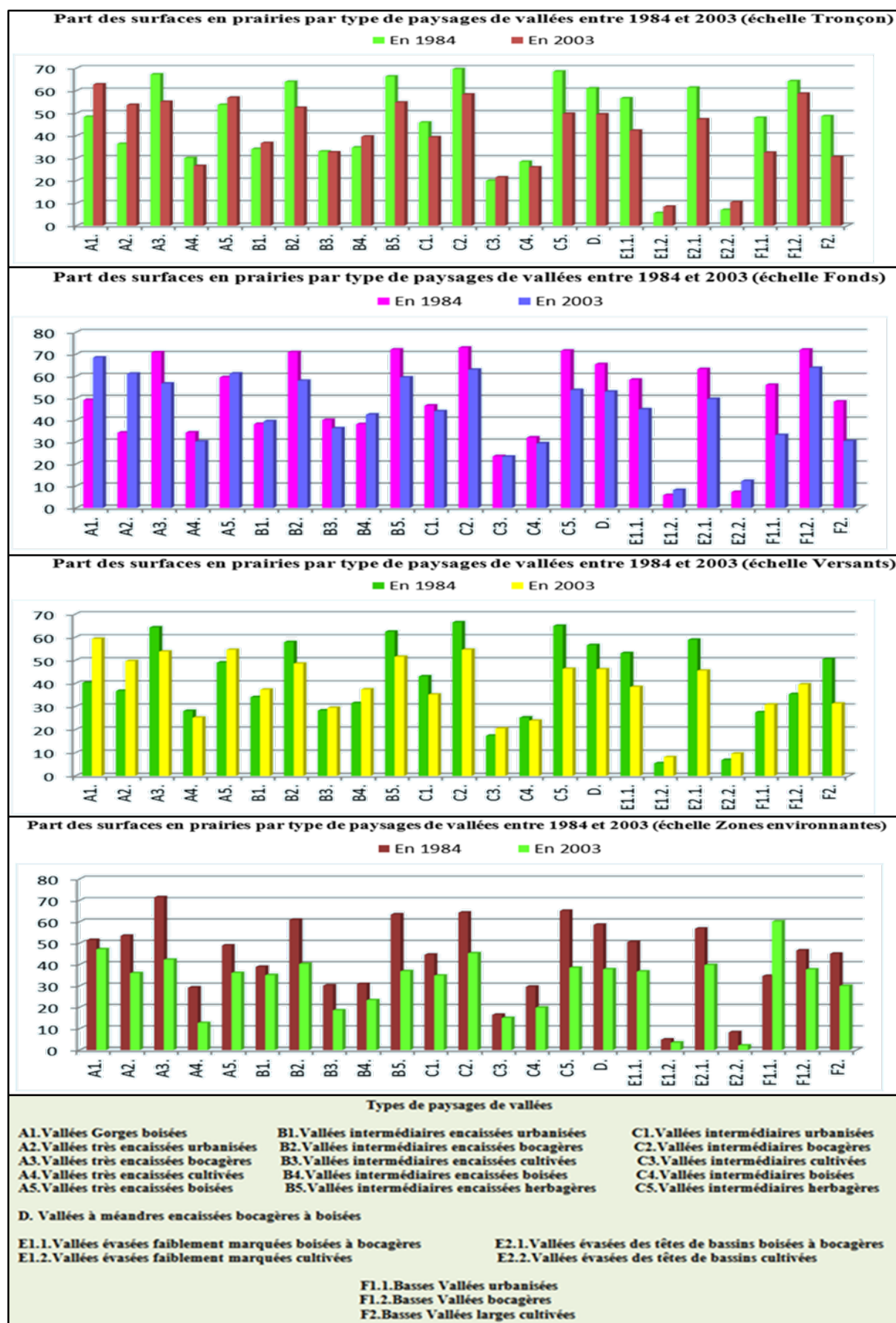


Figure 10.10- Répartition des surfaces en herbe dans la surface agricole selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003(en %).



Les fonds de vallée sont très majoritairement en prairies entre 1984 et 2003. En revanche, les fonds des vallées indistinctes cultivées sont nettement moins en herbe puisque à peine 10% de leur superficie est occupée par des prairies. Les versants apparaissent partout nettement moins dominés par les prairies en 1984 et 2003.

Les tronçons des vallées intermédiaires cultivées et des vallées indistinctes cultivées localisés dans la Beauce (partie amont du Loir et vallée de la Conie) font donc exception : les cultures qui dominent les zones environnantes (4 à 15%) s'étendent vers les versants. Cela témoigne de l'influence des systèmes agricoles dominants dans les zones environnantes sur les modes de valorisation des vallées, conjuguée à la faiblesse de la pente.



Figure 10.11- Répartition des surfaces forestières selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003 (en %).

- Les surfaces forestières représentent en moyenne 16% en 1984 et 21% en 2003 de la surface des tronçons. La figure 10.11 montre que les surfaces forestières ont augmenté dans tous les types de vallée entre 1984 et 2003 (sauf dans les vallées très encaissées cultivées, boisées, vallées évasées des têtes de bassins cultivées et basses vallées urbanisées). Nous trouvons que, les bois ont progressé beaucoup plus fortement dans les vallées en gorges, les vallées intermédiaires urbanisées, vallées indistinctes boisées à bocagères et les basses vallées larges cultivées que dans les autres vallées. Le recul des surfaces boisées dans les vallées cultivées explique la progression des surfaces cultivées au détriment des surfaces boisées dans ces types de vallée. Par ailleurs, nous constatons que les bois ont beaucoup plus progressé dans les fonds de vallée que sur les versants, en particulier, dans les vallées en gorges. Ces vallées se ferment progressivement par un boisement spontané. La déprise agricole et l'abandon des cultures jouent aussi un rôle important dans la fermeture des paysages de vallée. Par contre, si les tronçons sont cultivés, les surfaces boisées sont de plus en plus réduites surtout sur les versants peu pentus.
- Les surfaces bâties représentent en moyenne 5% en 1984 et 6% en 2003 de la surface des tronçons. L'habitat, présent partout, se traduit dans le paysage sous des formes variées, à la fois directement à travers le bâti, mais aussi à travers d'autres éléments liés aux pratiques des habitants au quotidien (infrastructures de communication, équipements sportifs,...) (Germaine, 2009). Le bâti occupe une emprise variable suivant les types de vallée (Figure 10.12). L'habitat occupe surtout une place particulièrement importante dans les vallées très encaissées urbanisées (12% en 1984 et 14% en 2003 des tronçons en moyenne), dans les vallées intermédiaires encaissées urbanisées (22% en 1984 et 23% en 2003 des tronçons en moyenne) et dans les vallées intermédiaires urbanisées (18% en 1984 et 21% en 2003 des tronçons en moyenne). L'habitat a beaucoup plus progressé dans les basses vallées urbanisées que dans d'autres types de vallée (23% en 1984 et 37% en 2003). La densité d'habitat est nettement supérieure à l'intérieur de ces tronçons. Elle est en général supérieure dans les fonds des vallées, dans les vallées très encaissées urbanisées, mais elle est supérieure sur les versants dans les vallées intermédiaires urbanisées et les basses vallées urbanisées.

Dans le détail, le bâti occupe 21% en 1984 et 25% en 2003 dans la vallée de l'Oudon aval (vallées très encaissées urbanisés). Il représente 38% en 1984 et 49% en 2003 dans la vallée de la Sarthe au Mans (vallées intermédiaires encaissées urbanisés). Dans les vallées intermédiaires urbanisées, le bâti occupe 17% en 1984 et 21% en 2003 dans la vallée de la Sarthe à Alençon. Enfin, l'habitat représente 27% en 1984 et 40% dans la vallée de la Maine aval à Angers. Nous constatons que l'étalement urbain est concentré autour des grandes agglomérations surtout Le Mans et Angers. Par contre, les vallées boisées et les vallées indistinctes sont très rurales et la progression du bâti est très lente. D'un part, les surfaces bâties sont très développées dans les vallées intermédiaires et les basses vallées en profitant des caractéristiques topographiques qui sont favorables à l'étalement urbain.

Au final, afin de bien montrer les évolutions des paysages de vallée dans le bassin versant de la Maine entre 1984 et 2003, nous analysons ces évolutions dans chaque sous bassin versant. Ainsi, nous identifions les enjeux liés aux espaces de vallée prenant appui sur les résultats de l'étude diachronique des paysages de vallée.

Ces analyses permettent de déterminer la nature, l'ampleur et les lieux des transformations de l'occupation du sol.

Dans les paragraphes qui suivent, l'analyse qui se rapporte aux différents sous bassins versants est effectuée en deux étapes :

- La première comprend une étude des modifications qui ont affectées l'occupation du sol entre 1984 et 2003 à l'image ce que nous avons fait pour l'ensemble du bassin de la Maine,
- La seconde comprend une analyse des indices de singularité des vallées par rapport à leur environnement.

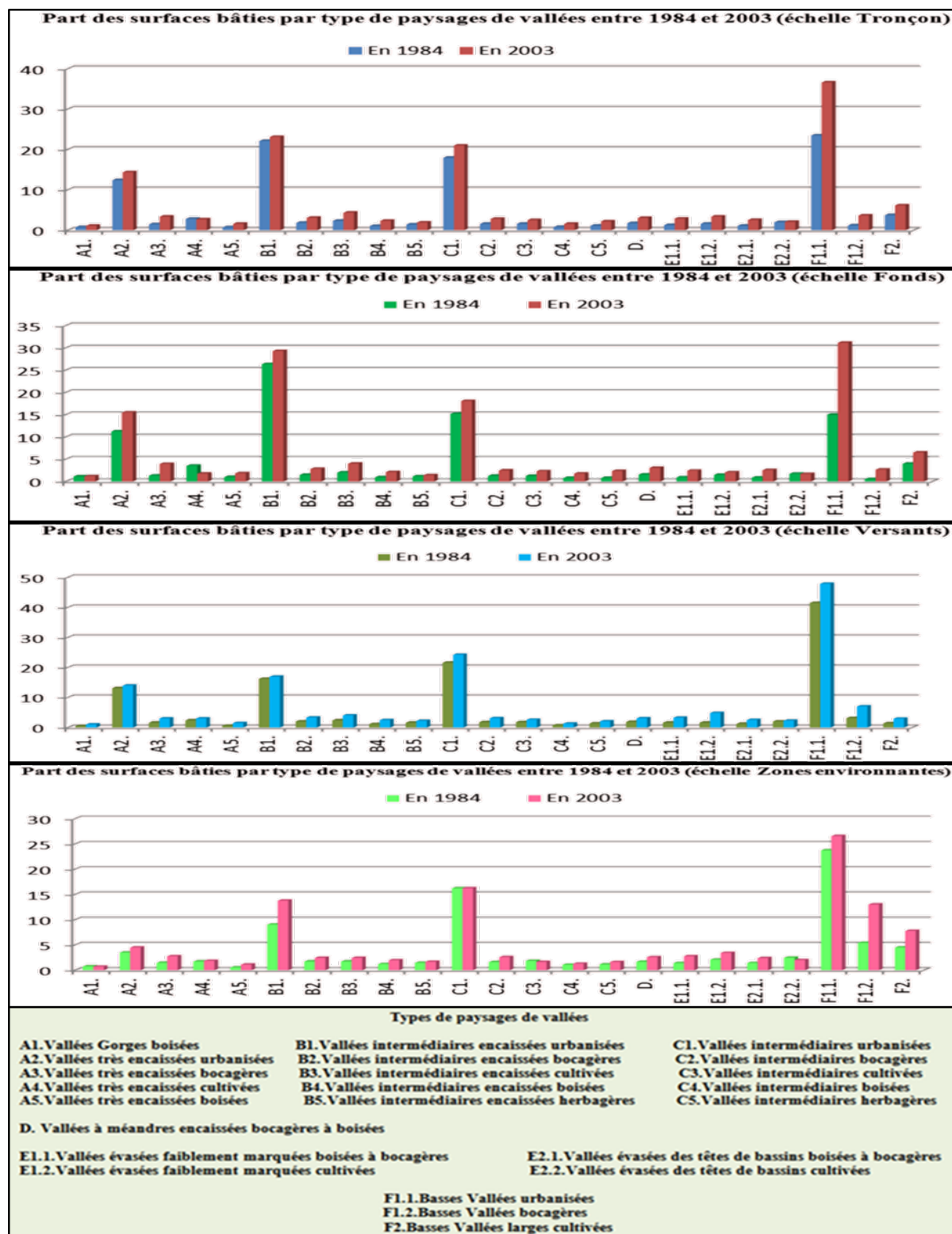


Figure 10.12- Répartition des surfaces bâties selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003(en %).

## 10.2. Analyse diachronique des vallées du bassin du Loir entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

L'analyse d'évolution des types de vallée dans les vallées du Loir entre 1984 et 2003 révèle des changements importants dans les vallées très encaissées et les vallées intermédiaires encaissées (Tableau 13.2). Ailleurs les modifications sont à l'image de celles déjà notées dans le paragraphe précédent.

Type de vallées	En 1984		En 2003		Changement par nombre
	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	1	0,57	1	0,57	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	0,57	1	0,57	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	4	2,30	4
A4.Vallées très encaissées cultivées	11	6,32	4	2,30	-7
A5.Vallées très encaissées boisées	8	4,60	11	4,60	3
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	1	0,57	1	6,32	0
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	3	1,72	8	4,60	5
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	28	16,09	17	9,77	-11
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	18	10,34	23	13,22	5
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	4	2,30	5	2,87	1
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
C2.Vallées intermédiaires bocagères	5	2,87	4	2,30	-1
C3.Vallées intermédiaires cultivées	35	20,11	36	20,69	1
C4.Vallées intermédiaires boisées	7	4,02	7	4,02	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	1	0,57	1	0,57	0
D. Vallées à méandres encaissées bocagères	1	0,57	1	0,57	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	6	3,45	7	4,02	1
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	23	13,22	22	12,64	-1
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	4	2,30	5	2,87	1
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	14	8,05	13	7,47	-1
F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	3	1,72	3	1,72	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00	0	0,00	0

Sans changement
 changement moyen
 changement fort

Tableau 10.2- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées du Loir.

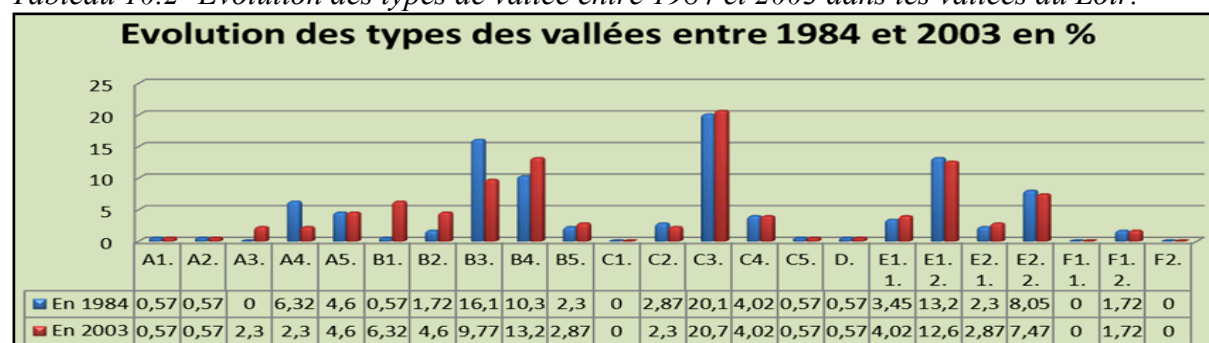


Figure 10.13- Répartition des types de vallée du Loir entre 1984 et 2003.



Figure 10.14- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant du Loir entre 1984 et 2003.



La figure 10.14 montre que les transformations ne concernent que les affluents du Loir à l'exception de ceux situés en amont, inscrits dans les bas plateaux de Beauce. Les vallées bocagères et boisées ont progressées au profit des vallées cultivées.

Les modifications de l'occupation du sol, intervenues entre 1984 et 2003 sont illustrées par des graphiques mis en annexe N°20.

- Par des indicateurs de singularité :

Les indicateurs de singularités sont définis dans le chapitre 9 (cf. paragraphe 9.1.1.).

La singularité de la vallée est traduite par quatre indicateurs de contraste :

- Indicateur de contraste du taux de boisement
- Indicateur de contraste de l'emprise urbaine
- Indicateur de contraste du ratio prairies/cultures
- Indice synthétique de contraste paysager (la somme des valeurs absolues des écarts entre les trois indicateurs précédents).

#### Indicateur de contraste du taux des boisements

Les vallées du Loir sont composées de 174 tronçons.

tronçons	1984	2003
Peu contrasté	93	107
Moyennement contrasté	45	31
Fortement contrasté	36	36

*Tableau 10.3- Indicateur de contraste du taux des boisements.*

On note que les contrastes s'amplifient entre 1984 et 2003 et boisement a tendance à progresser dans les vallées. Mais il, existe de nombreuses variantes. Les tronçons toujours contrastés avec les zones environnantes entre 1984 et 2003 sont situés dans le Loir aval, la Conie aval et l'Aigre (Figure 10.15).

#### Indicateur de contraste d'emprise urbaine

tronçons	1984	2003
Peu contrasté	99	105
Moyennement contrasté	37	33
Fortement contrasté	38	36

*Tableau 10.4-Indicateur de contraste d'emprise urbaine.*

Les écarts sont modestes mais concernent des secteurs spécifiques : le Loir médian entre Vendôme et le Lude a connu un développement de l'emprise urbaine qui est à l'origine de l'accroissement des contrastes entre 1984 et 2003 (Figure 10.16). Cette vallée du Loir est d'ailleurs clairement identifiée. Le développement du bâti a profité de l'espace disponible en fond de vallée pour se développer.

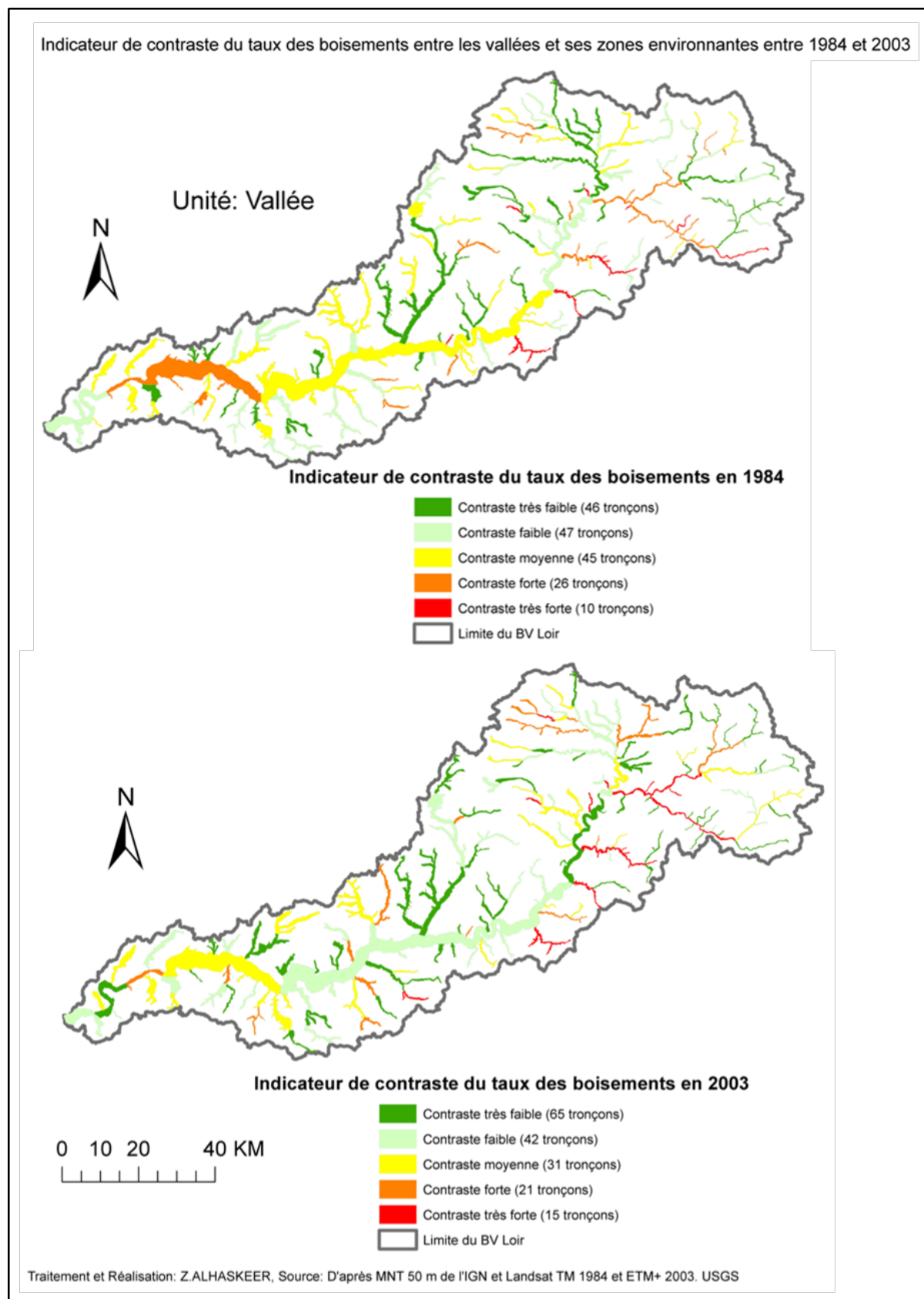
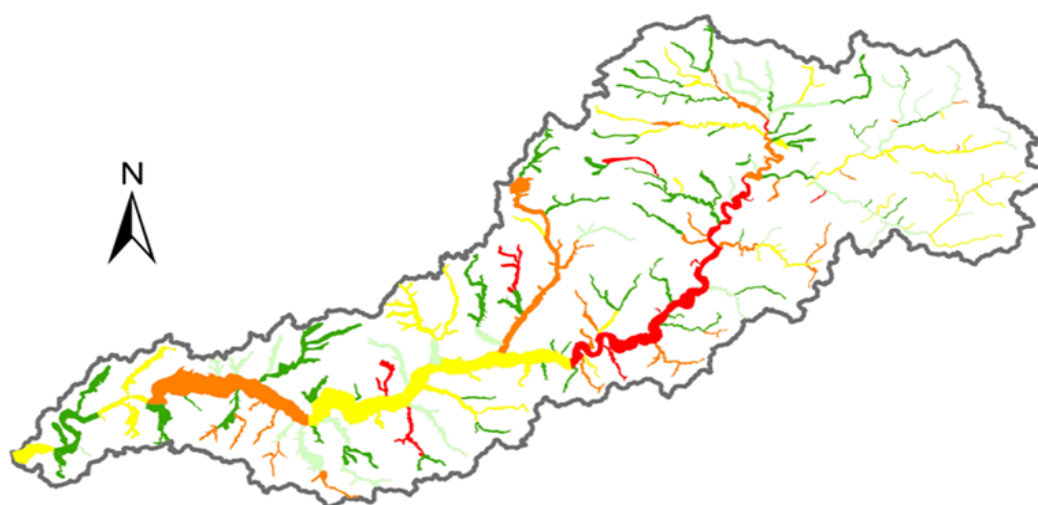
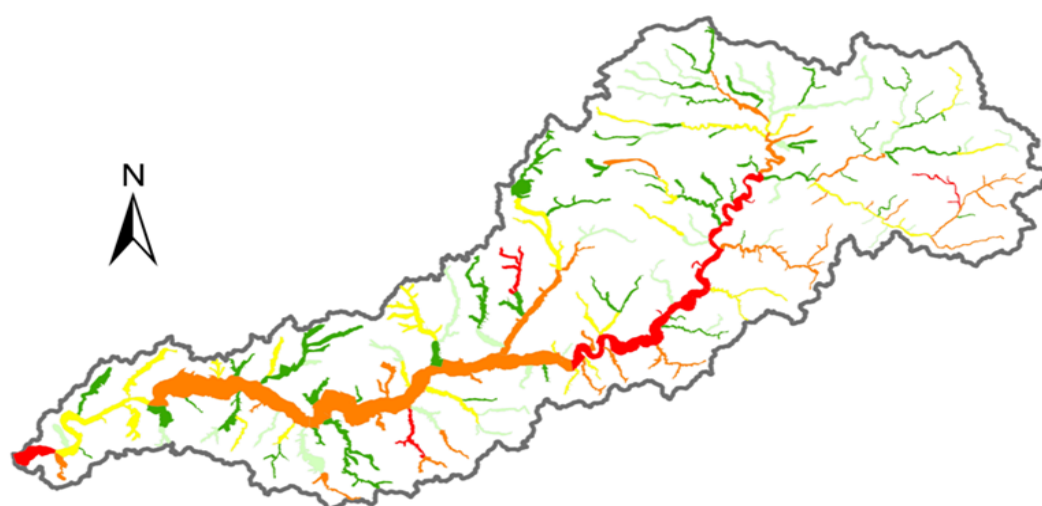


Figure 10.15- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

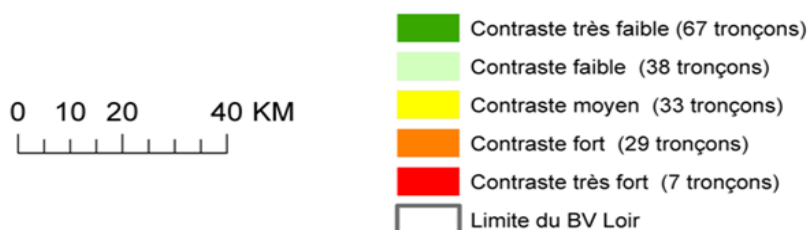
Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées et ses zones environnantes entre 1984 et 2003



**Indicateur de contraste d'emprise urbaine en 1984**



**Indicateur de contraste d'emprise urbaine en 2003**



0 10 20 40 KM

Traitement et Réalisation: Z.AHASKEER, Source: D'après MNT 50 m de l'IGN et Landsat TM 1984 et ETM+ 2003. USGS

Figure 10.16- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées et ses zones environnantes entre 1984 et 2003

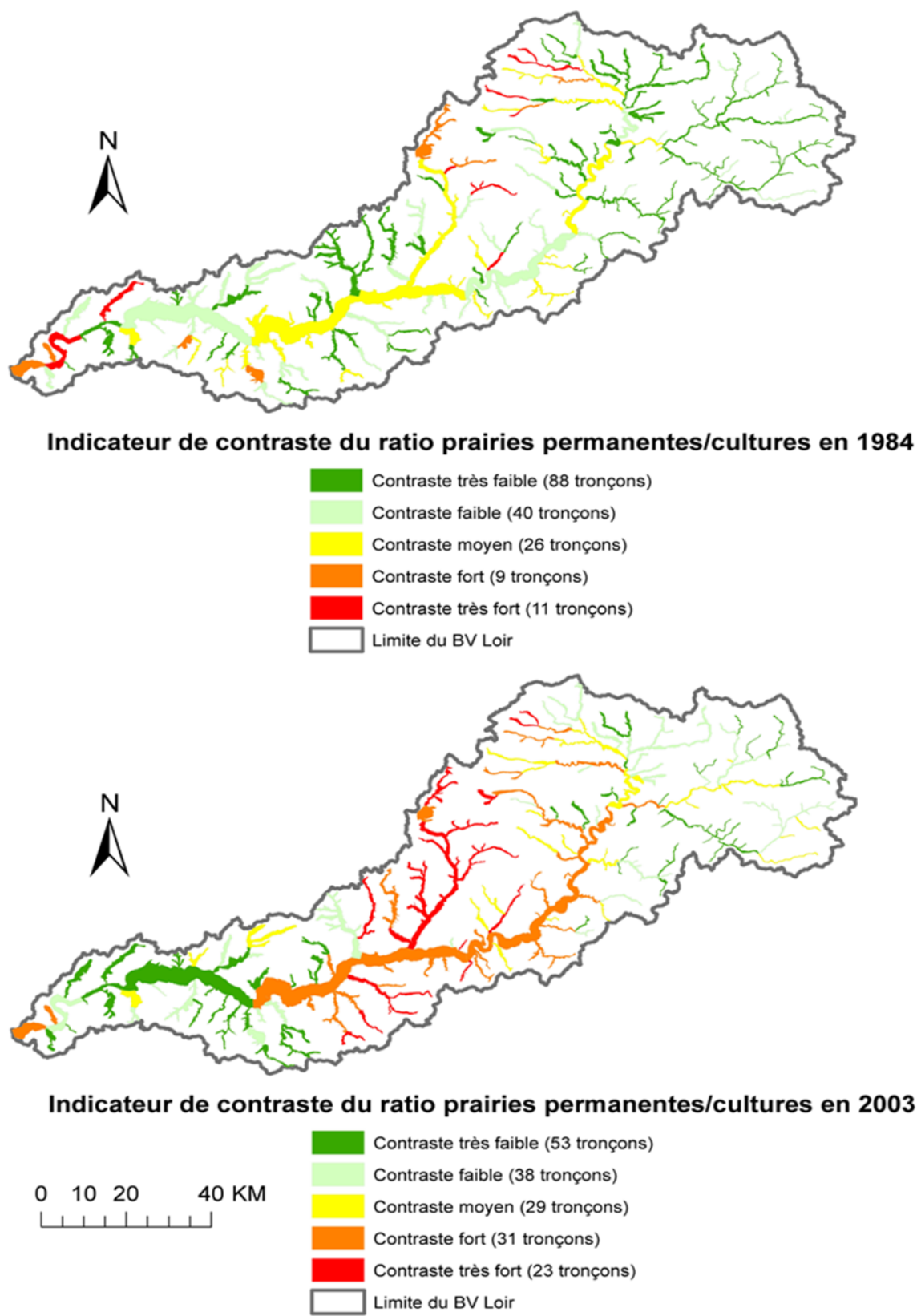
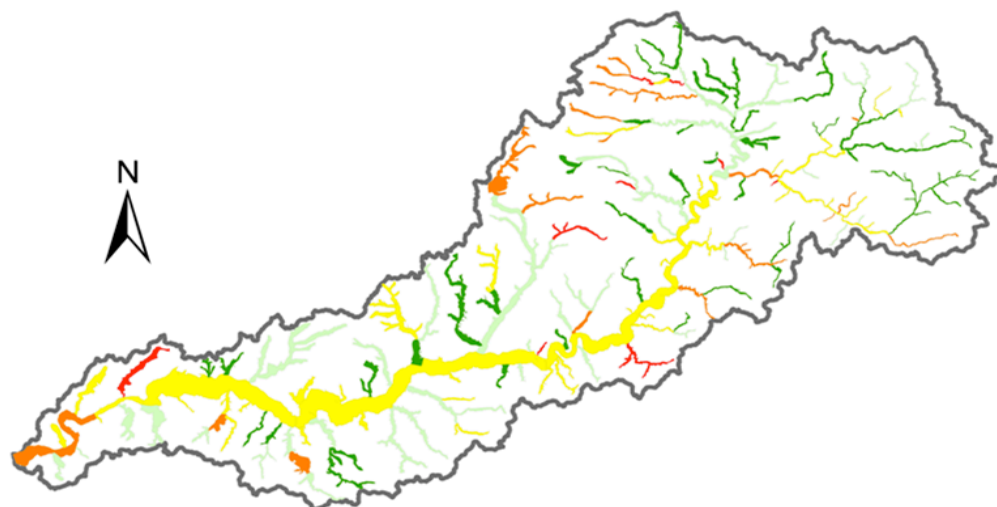
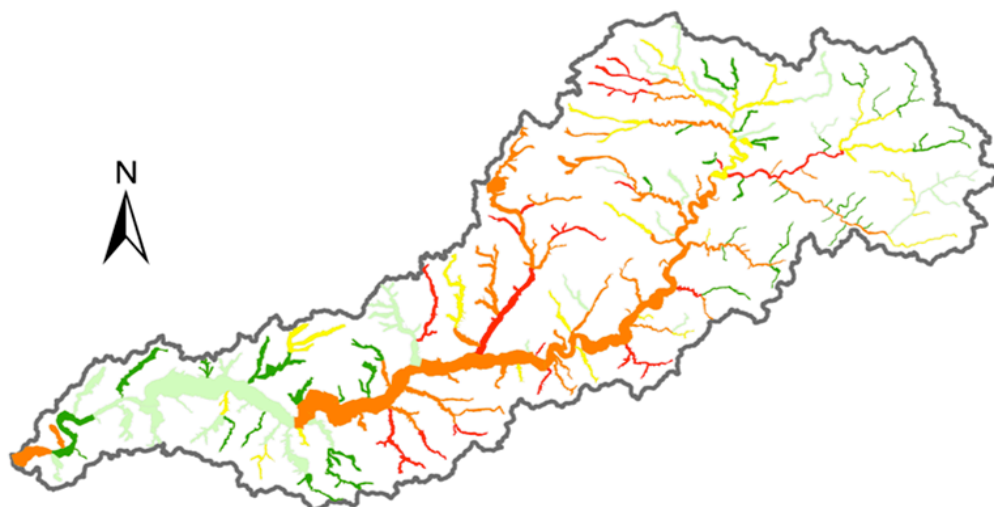


Figure 1017.- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

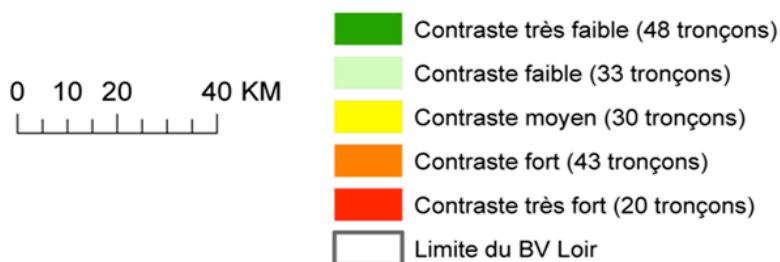
Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées et ses zones environnantes entre 1984 et 2003



**Indicateur de contraste synthétique paysager en 1984**



**Indicateur de contraste synthétique paysager en 2003**



0 10 20 40 KM

Traitement et Réalisation: Z.ALHASKEER, Source: D'après MNT 50 m de l'IGN et Landsat TM 1984 et ETM+ 2003. USGS

Figure 10.18- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003.



*Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	128	91
Moyennement contrasté	26	29
Fortement contrasté	20	54

*Tableau 10.5- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.*

Les modifications sont importantes entre 1984 et 2003. En particulier, la carte figure 10.17 montre ce les contrastes les plus affirmés concernent la partie centrale du bassin. Cela est lié à la fréquence des surfaces en herbe qui se sont développées dans les vallées depuis 1984.

*Indicateur de contraste synthétique paysager*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	104	81
Moyennement contrasté	39	30
Fortement contrasté	31	63

*Tableau 10.6- Indicateur de contraste synthétique paysager.*

On note à partir du tableau que sur les 174 tronçons du bassin du Loir, un peu moins d'un tiers sont bien différenciés par rapport aux plateaux environnants. Cela fait de ces vallées des secteurs singuliers identifiés par une occupation du sol spécifique. Les changements les plus importants concernent les vallées du Loir médian.

### 10.3. Analyse diachronique des vallées de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

Les changements les plus importants concernent les vallées très encaissées, les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires (Tableau 10.7). Les vallées qui sont sans changement, sont situées dans les classes morphologiques remarquables. Ces sont des vallées en gorges boisées, urbanisées et des basses vallées et ainsi que les vallées à méandres encaissées bocagères. Les cartes qui représentent ces éléments sont en annexe N°21.

Type de vallée	En 1984		En 2003		Changement par nombre
	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	5	3,65	5	3,65	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	14	10,22	10	7,30	-4
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
A5.Vallées très encaissées boisées	2	1,46	6	4,38	4
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	1	0,73	1	0,73	0
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	11	8,03	17	12,41	6
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	9	6,57	7	5,11	-2
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	4	2,92	6	4,38	2
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	20	14,60	14	10,22	-6
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	3	2,19	3	2,19	0
C2.Vallées intermédiaires bocagères	12	8,76	15	10,95	3
C3.Vallées intermédiaires cultivées	6	4,38	12	8,76	6
C4.Vallées intermédiaires boisées	1	0,73	1	0,73	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	24	17,52	15	10,95	-9
D.Vallées à méandres encaissées bocagères	8	5,84	8	5,84	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	12	8,76	11	8,03	-1
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00	1	0,73	1
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	3	2,19	2	1,46	-1
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00	1	0,73	1
F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	1	0,73	1	0,73	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	1	0,73	1	0,73	0

Sans changement
 changement moyen
 changement fort

Tableau 10.7- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Sarthe (hors Huisne).

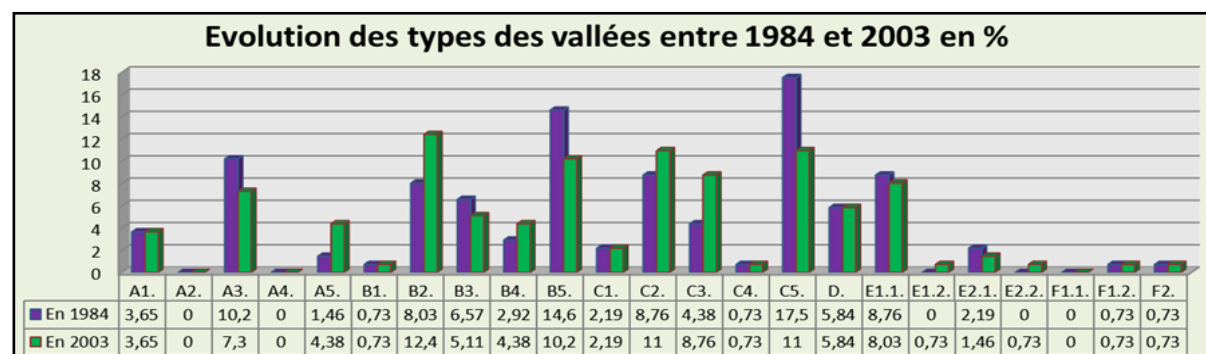


Figure 10.19- Répartition des types de vallée de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.

Evolution des types des paysages de vallées du sous bassin versant de la Sarthe (sans Huisne) entre 1984 et 2003



### Evolution des types des vallées entre 1984 et 2003

#### Vallées très encaissées

- Vallées très encaissées bocagères en 1984 devenues boisées en 2003

#### Vallées intermédiaires encaissées

- Vallées intermédiaires encaissées boisées en 1984 devenues herbagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées cultivées en 1984 devenues bocagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées cultivées en 1984 devenues boisées en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées cultivées en 1984 devenues herbagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues bocagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues boisées en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Vallées intermédiaires

- Vallées intermédiaires herbagères en 1984 devenues bocagères en 2003
- Vallées intermédiaires herbagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Vallées indistinctes

- Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères en 1984 devenues cultivées en 2003
- Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Sans changements

- Sans changements
- Limite du BV Sarthe (sans Huisne)
- Bâti

Traitement et Réalisation: Z.A.LHASKEER, Source: D'après Landsat 1984 et 2003 USGS, MNT 50 m de l'IGN

Figure 10.20- Évolution des types de paysages de vallée du sous bassin versant de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.

Les modifications concernant l'occupation du sol sont représentées par des graphiques qui sont dans l'annexe N°22. On note que globalement l'habitat a légèrement augmenté dans tous les tronçons et surtout dans celui qui correspond à l'agglomération du Mans. Les surfaces cultivées ont principalement progressé dans les types vallées intermédiaires au détriment d'espaces en prairies, par exemple : la Vègre aval, la Sarthe moyenne 6 (au nord du Mans). Les surfaces en herbe ont régressé dans la plupart des types de vallée de la Sarthe au profit d'espaces cultivés. Enfin les surfaces boisées ont notoirement progressé dans tous les types de vallée, en particulier dans les gorges boisées.

- Par des indicateurs de singularité (sur 137 tronçons au total) :

*Indicateur de contraste du taux des boisements*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	99	97
Moyennement contrasté	24	21
Fortement contrasté	14	19

*Tableau 10.8- Indicateur de contraste du taux des boisements.*

Les modifications sont faibles entre 1984 et 2003 et les contrastes sont globalement peu accusés avec les espaces environnants. Ce sont surtout les tronçons du tiers aval du bassin versant qui connaissent les modifications les plus notoires (Figure 10.21). Les bois, mais aussi les plantations de peupliers et les vergers s'y sont développés. L'amont du bassin a peu bougé par rapport à cet indicateur de contraste.

*Indicateur de contraste d'emprise urbaine*

tronçons	1984	2003
Peu contrasté	98	122
Moyennement contrasté	25	11
Fortement contrasté	14	2

*Tableau 10.9- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.*

Les contrastes les plus grands concernent les secteurs du Mans et d'Alençon où l'emprise urbaine s'est accrue en même temps que les contrastes avec l'environnement des vallées. Ailleurs les contrastes se sont atténués en lien avec la faible incision des vallées. Cela favorise de développement de l'urbanisation sur les bas plateaux environnants, les fonds étant des fonds humides ou inondables (Figure 10.22).

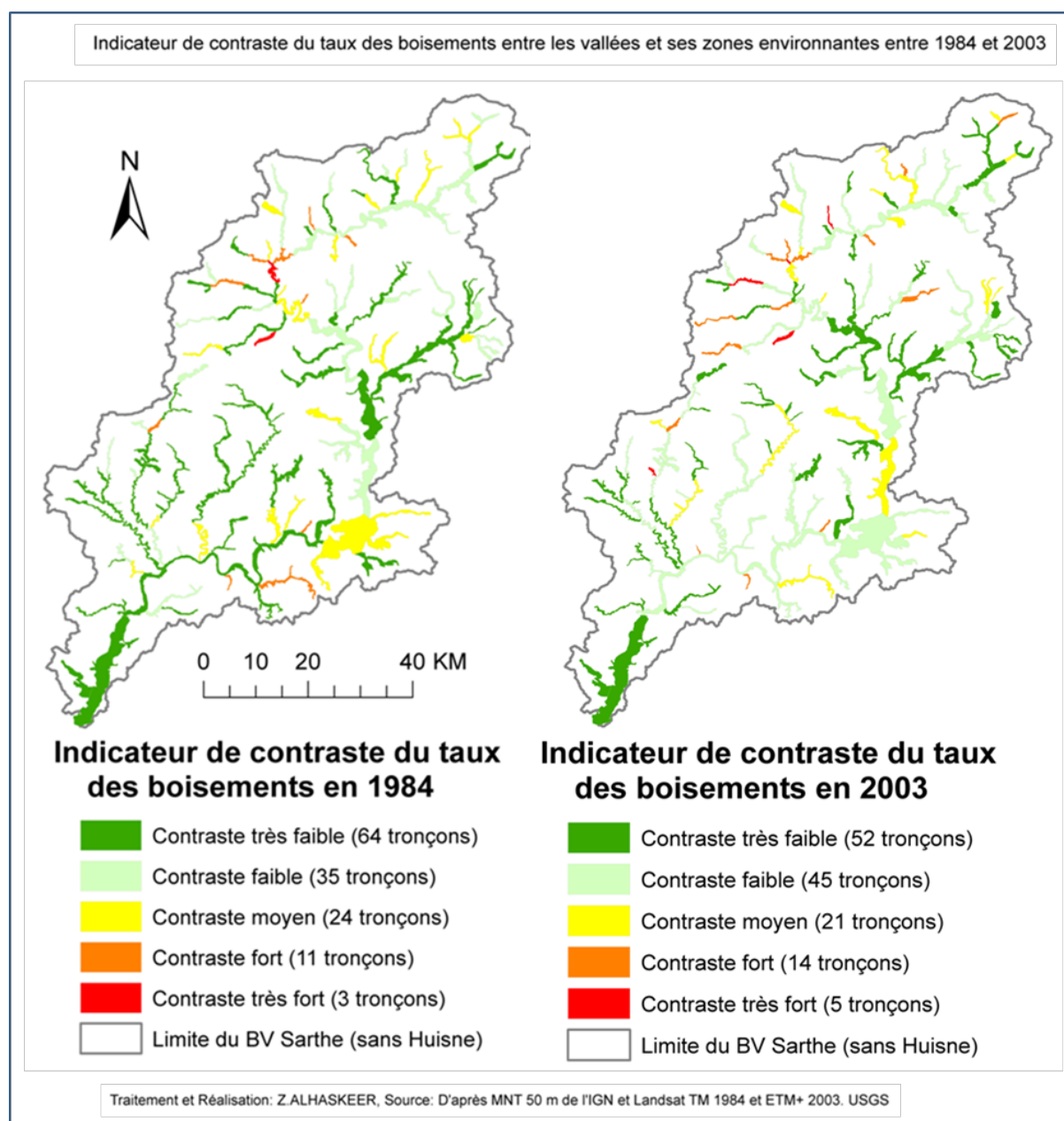


Figure 10.21- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	83	97
Moyennement contrasté	30	37
Fortement contrasté	24	3

Tableau 10.10- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.

Les données du tableau montrent que les contrastes se sont atténués en raison de la réduction des prairies permanentes qui augmentent les ressemblances entre vallées et milieux environnants. A contrario, cela confirme que les surfaces cultivées ont augmenté dans ces tronçons (Figure 10.23).



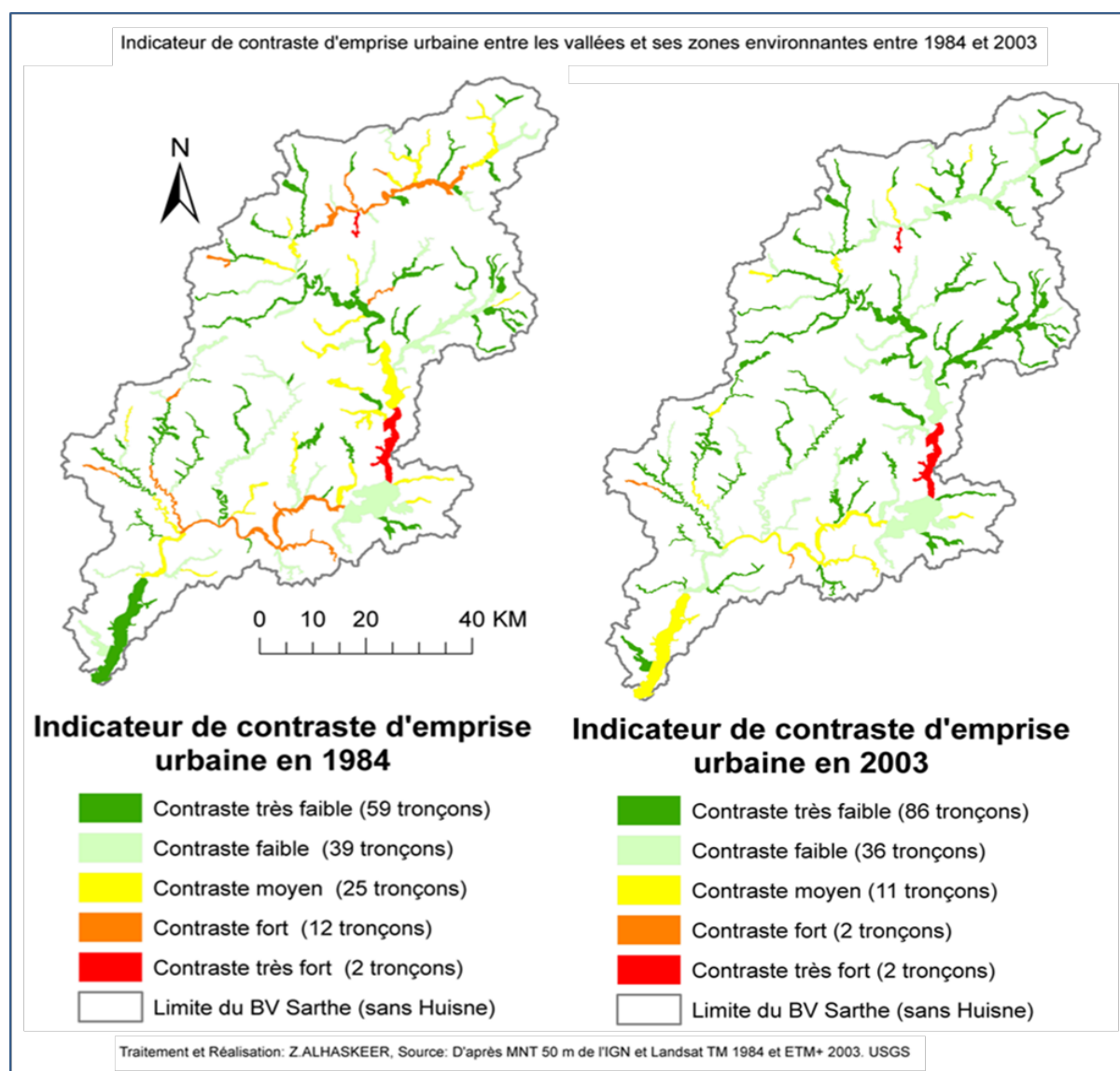


Figure 10.22- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste synthétique paysager

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	91	98
Moyennement contrasté	24	31
Fortement contrasté	22	8

Tableau 10.11- Indicateur de contraste synthétique paysager.

Globalement l'indice synthétique montre des atténuations de contrastes entre vallée et environnement (Figure 10.24).

Les mutations agricoles, l'étalement urbain et l'influence des zones environnantes jouent un rôle important dans cette perte de singularité des vallées dans le bassin de la Sarthe.

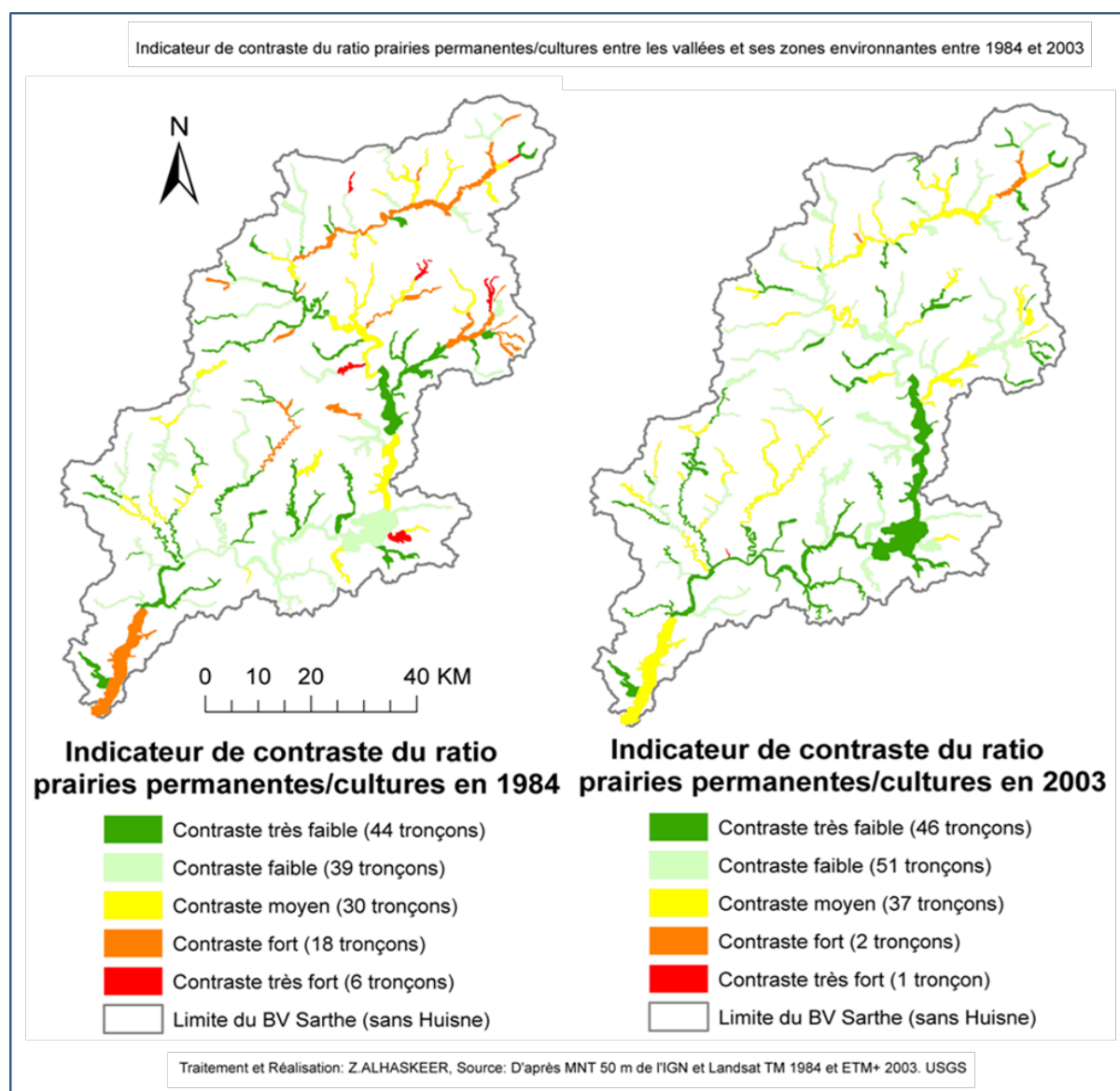


Figure 10.23- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

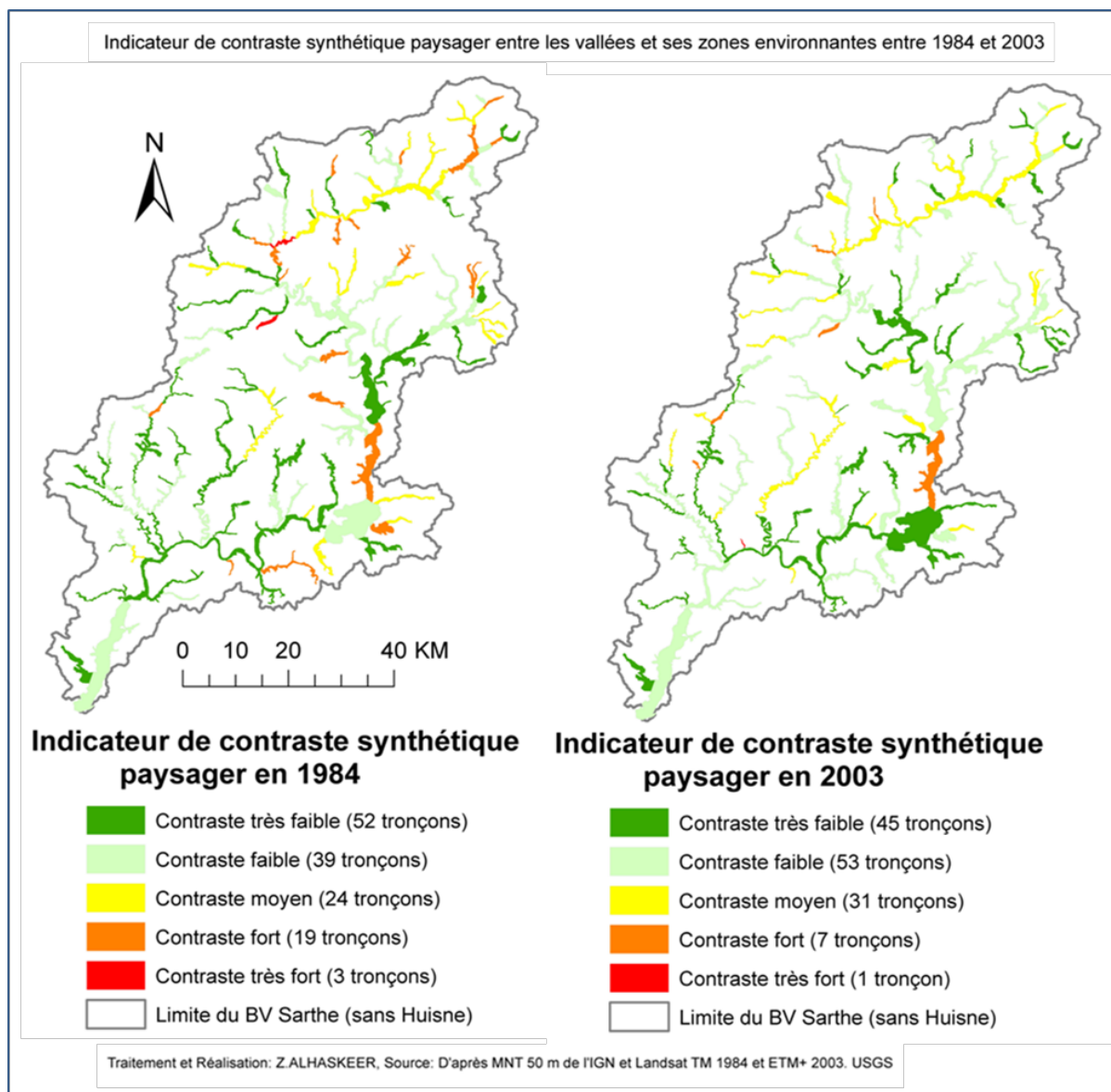


Figure 10.24- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### 10.4. Analyse diachronique des vallées de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

Entre 1984 et 2003 les changements sont importants dans les vallées très encaissées, les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires (Tableau 10.12). Les vallées qui sont sans changement, sont les vallées en gorges boisées, urbanisées et des basses vallées, les vallées indistinctes et ainsi les vallées à méandres encaissées bocagères.

Type de vallée	En 1984		En 2003		Changement par nombre
	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	1	0,78	1	0,78	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	0,78	1	0,78	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	30	23,44	23	17,97	-7
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	1	0,78	1
A5.Vallées très encaissées boisées	4	3,13	10	7,81	6
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	31	24,22	36	28,13	5
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	1	0,78	1	0,78	0
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	5	3,91	11	8,59	6
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	22	17,19	11	8,59	-11
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	1	0,78	1	0,78	0
C2.Vallées intermédiaires bocagères	10	7,81	17	13,28	7
C3.Vallées intermédiaires cultivées	2	1,56	3	2,34	1
C4.Vallées intermédiaires boisées	1	0,78	1	0,78	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	12	9,38	4	3,13	-8
D.Vallées à méandres encaissées bocagères	2	1,56	2	1,56	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	1	0,78	1	0,78	0
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	3	2,34	3	2,34	0
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00	0	0,00	0
F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	1	0,78	1	0,78	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00	0	0,00	0

Sans changement
  changement moyen
  changement fort

Tableau 10.12- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Mayenne (hors Oudon).

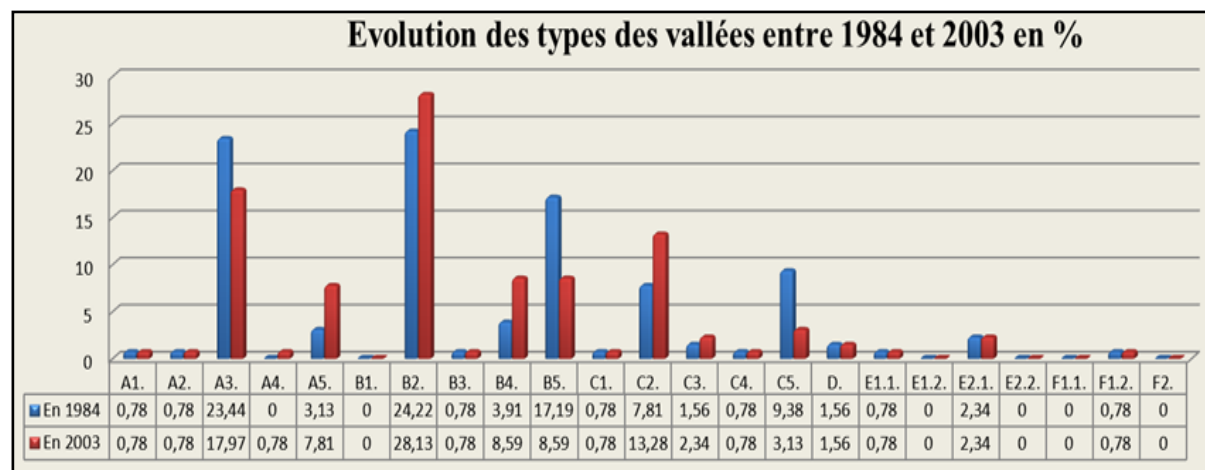


Figure 10.25- Répartition des types de vallée de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.

Evolution des types des paysages de vallées de sous bassin versant de la Mayenne (sans Oudon) entre 1984 et 2003



### Evolution des types des vallées entre 1984 et 2003

#### Vallées très encaissées

- Vallées très encaissées bocagères en 1984 devenues boisées en 2003
- Vallées très encaissées bocagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Vallées intermédiaires encaissées

- Vallées intermédiaires encaissées bocagères en 1984 devenues herbagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées cultivées en 1984 devenues boisées en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues bocagères en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues boisées en 2003
- Vallées intermédiaires encaissées herbagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Vallées intermédiaires

- Vallées intermédiaires herbagères en 1984 devenues bocagères en 2003
- Vallées intermédiaires herbagères en 1984 devenues cultivées en 2003

#### Sans changements

- Sans changements

• Bâti

Traitement et Réalisation: Z.A.LHASKEER, Source: D'après Landsat 1984 et 2003 USGS, MNT 50 m de l'IGN

Figure 10.26- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.



Les modifications concernant l'occupation du sol sont représentées par des graphiques qui sont dans l'annexe N°24. Les modifications majeures concernent l'amont du bassin qui est également le secteur le plus urbanisé où les transformations sont fortes. L'étalement urbain s'est fait au détriment des espaces bocagers. Les surfaces cultivées ont progressé dans les vallées intermédiaires. Les prairies permanentes ont régressé partout. Enfin les surfaces des bois ont considérablement progressé dans les gorges et les vallées très encaissées. Ces caractéristiques indiquent un recul notoire de l'élevage et plus globalement une déprise agricole.

- Par des indicateurs de singularité (sur 128 tronçons au total) :

*Indicateur de contraste du taux des boisements*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	77	96
Moyennement contrasté	26	21
Fortement contrasté	25	21

*Tableau 10.13- Indicateur de contraste du taux des boisements.*

Les contrastes de taux de boisement indiquent peu de modifications entre 1984 et 2003. L'atténuation des différences entre vallée et environnement peut être mise en lien avec l'augmentation générale des boisements dans le bassin de la Mayenne (Figure 10.27).

*Indicateur de contraste d'emprise urbaine*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	108	107
Moyennement contrasté	8	18
Fortement contrasté	12	3

*Tableau 10.14- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.*

Cet indicateur d'emprise urbaine montre la prédominance des espaces ruraux au détriment des secteurs urbanisés. Les contrastes se sont amplifiés autour des villes de Laval mais également à l'aval du bassin qui évolue dans l'orbite de la ville d'Angers. (Figure 10.28).

*Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	71	88
Moyennement contrasté	35	27
Fortement contrasté	22	13

*Tableau 10.15- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.*

Globalement les contrastes selon cet indicateur se réduisent entre 1984 et 2003. Cela est dû à la réduction dans les vallées des espaces occupés par des prairies et à l'augmentation des surfaces cultivées. Ainsi la particularité des vallées s'affaiblit (Figure 10.29).

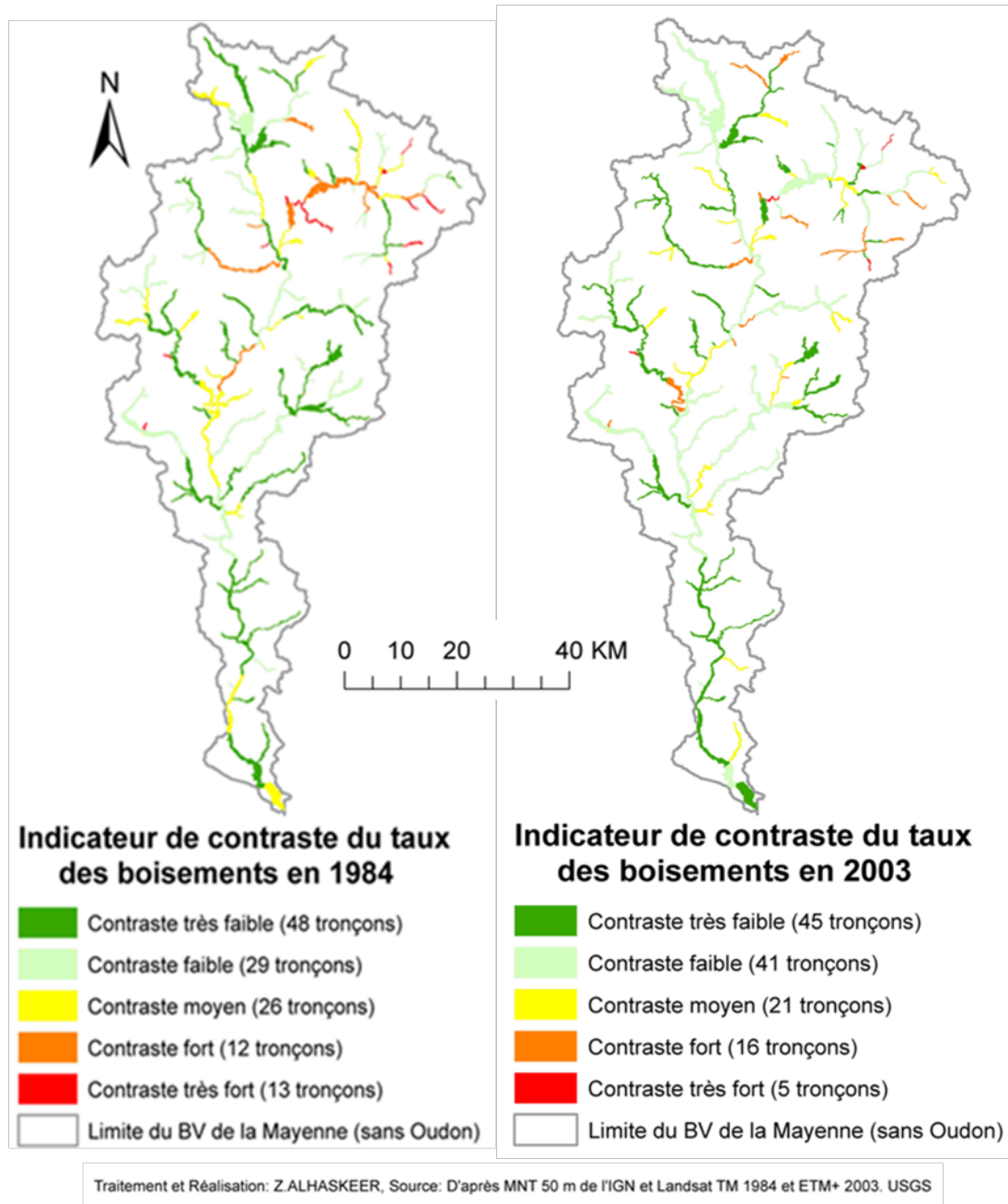


Figure 10.27- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

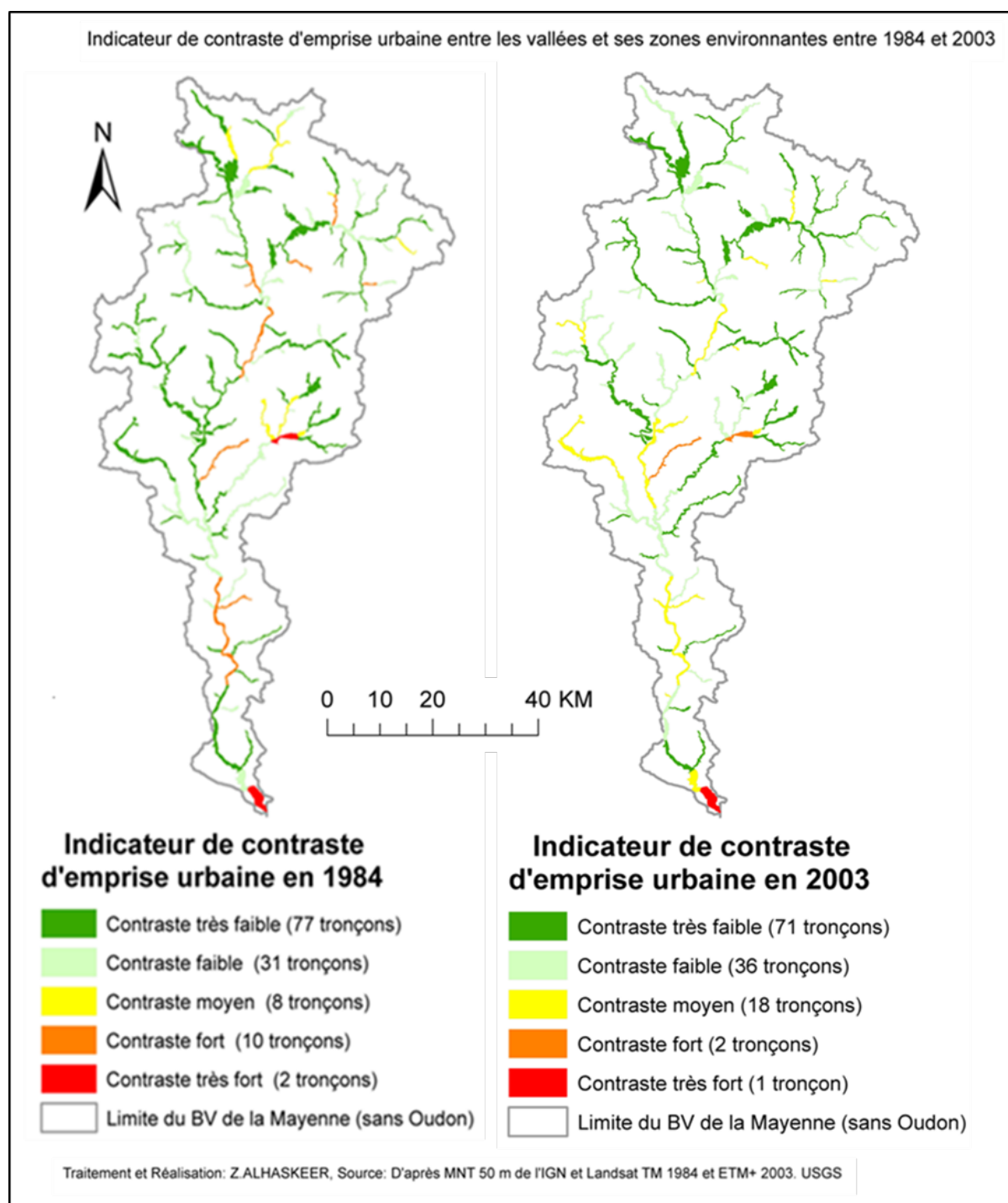


Figure 10.28- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

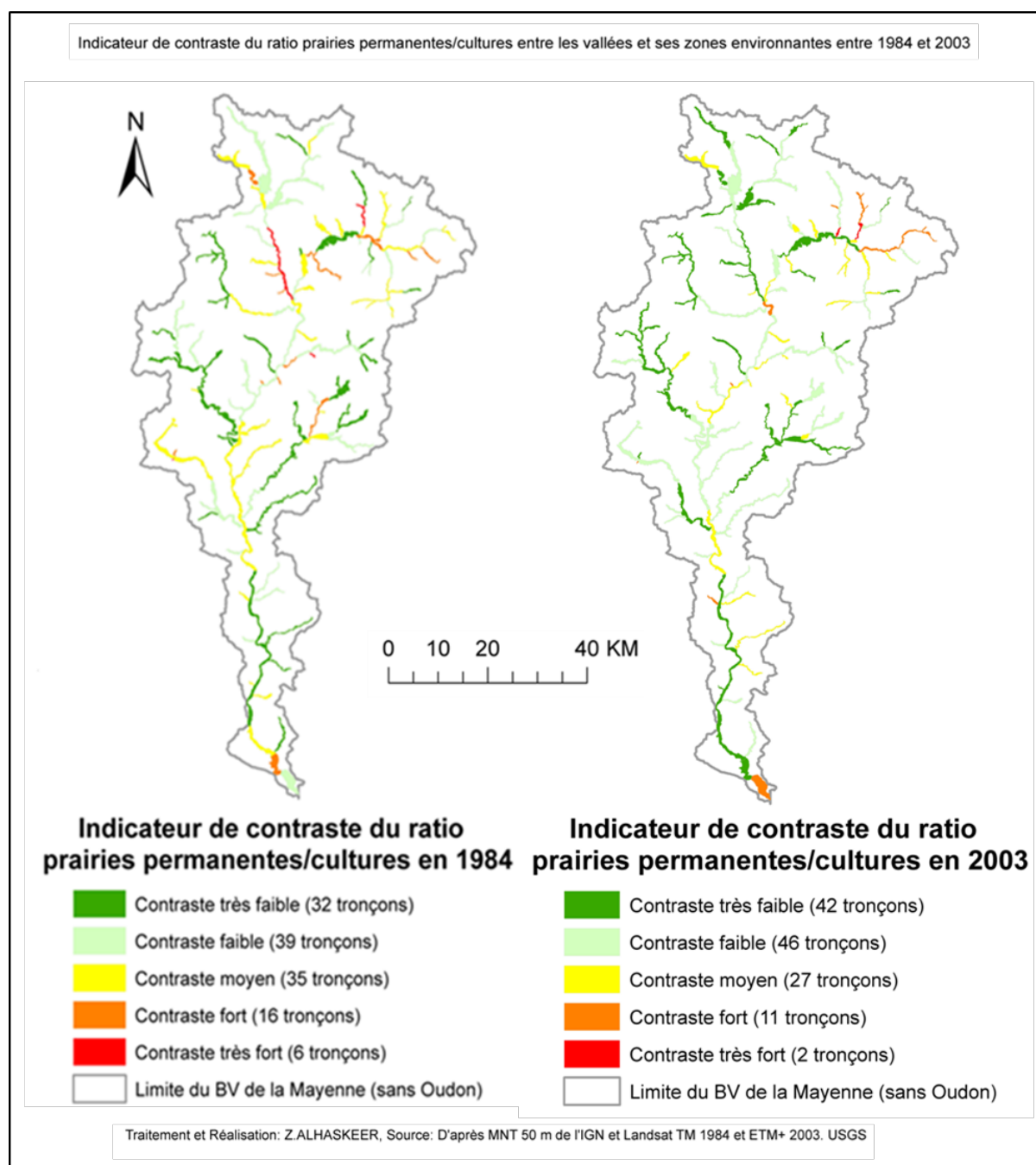


Figure 10.29- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste synthétique paysager

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	75	73
Moyennement contrasté	22	44
Fortement contrasté	31	11

Tableau 10.16- Indicateur de contraste synthétique paysager.

La perte de la singularité des vallées est confirmée par le contraste synthétique. C'est parce que les surfaces cultivées et les surfaces boisées ont progressé dans les vallées tant que dans les zones environnantes. De plus, les espaces bâties se sont bien développés dans les zones

environnantes ; les caractéristiques des reliefs jouent un rôle important dans l'étalement urbain, les fonds de vallées faibles et les pentes des versants fortes obligent les constructions à sortir des vallées.

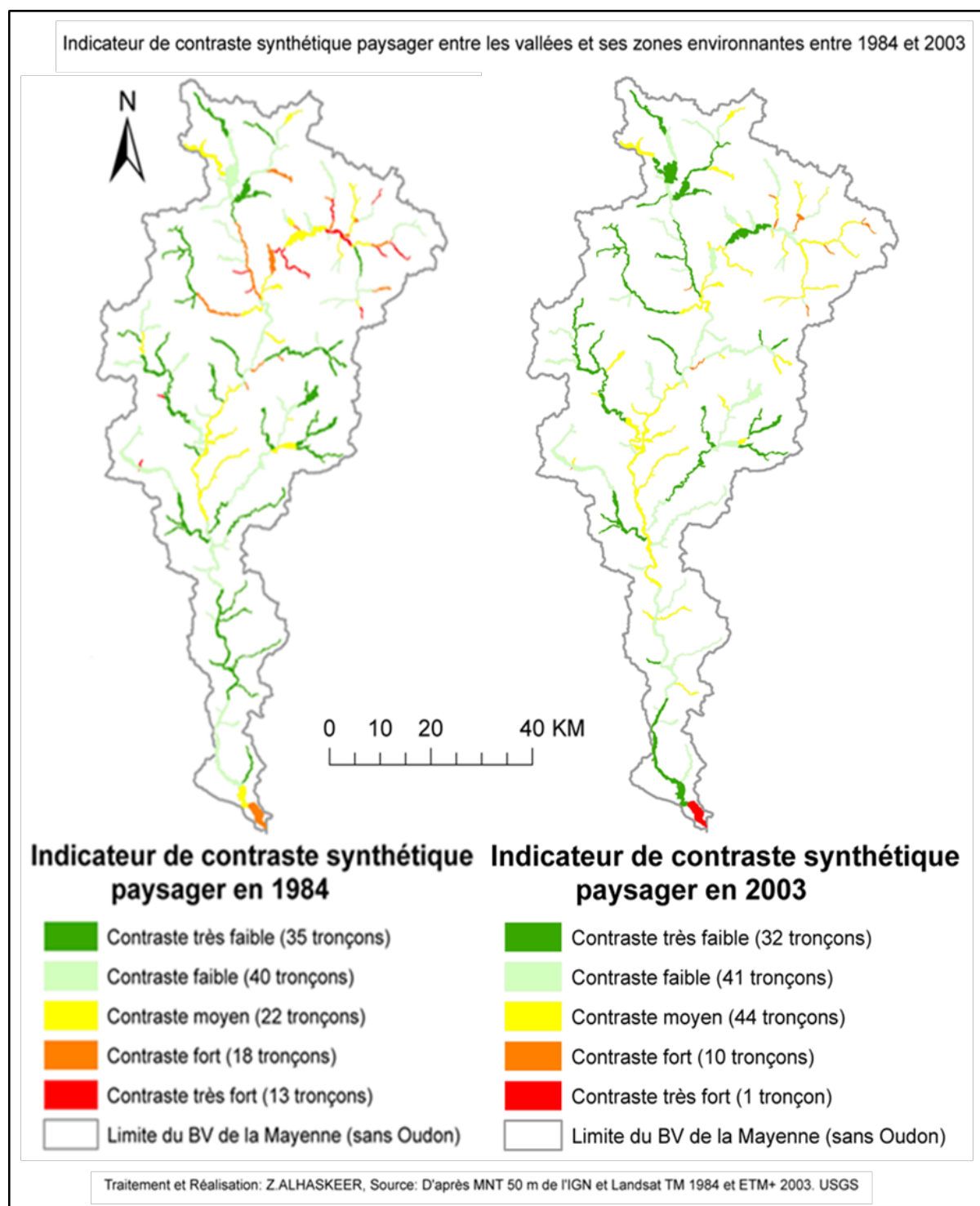


Figure 10.30- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.



## 10.5. Analyse diachronique des vallées de l'Huisne entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

Entre 1984 et 2003 les changements sont importants dans les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires (Tableau 10.17). Les vallées bocagères et herbagères ont progressé au détriment des vallées cultivées. Les cartes qui représentent ces éléments sont en annexe N°25.

Type de vallée	En 1984		En 2003		Changement par nombre
	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	0	0,00	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	2	3,03	3	4,55	1
A4.Vallées très encaissées cultivées	3	4,55	2	3,03	-1
A5.Vallées très encaissées boisées	6	9,09	6	9,09	0
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	19	28,79	19	28,79	0
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	8	12,12	7	10,61	-1
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	7	10,61	6	9,09	-1
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	2	3,03	4	6,06	2
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	2	3,03	2	3,03	0
C2.Vallées intermédiaires bocagères	4	6,06	3	4,55	-1
C3.Vallées intermédiaires cultivées	0	0,00	2	3,03	2
C4.Vallées intermédiaires boisées	7	10,61	7	10,61	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	1	1,52	0	0,00	-1
D.Vallées à méandres encaissées bocagères	2	3,03	2	3,03	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	2	3,03	1	1,52	-1
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00	1	1,52	1
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	1	1,52	1	1,52	0
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00	0	0,00	0
F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	0	0,00	0	0,00	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00	0	0,00	0

Sans changement
 changement moyen
 changement fort

Tableau 10.17- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de l'Huisne.

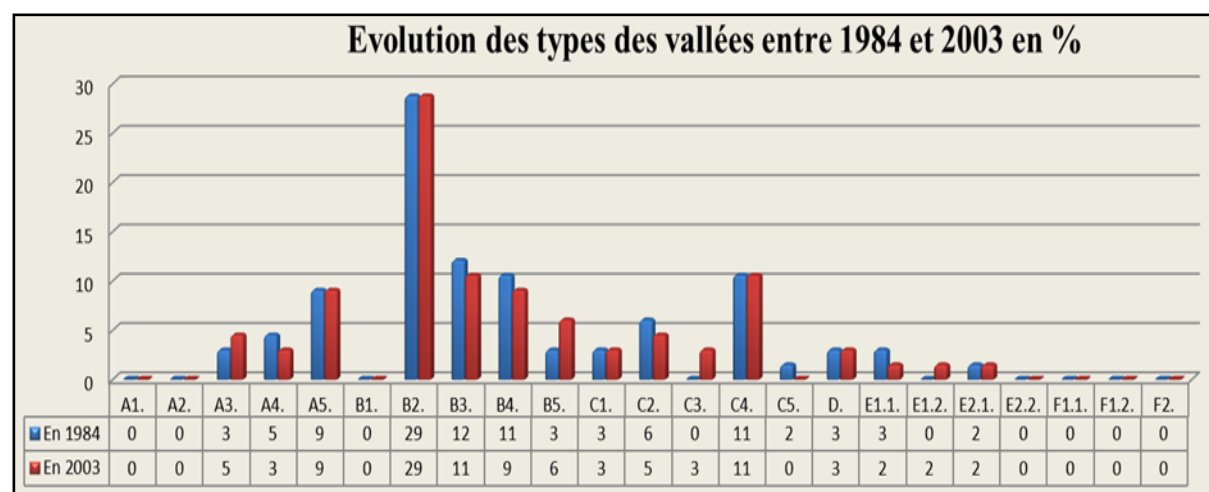


Figure 10.31- Répartition des types de vallée de l'Huisne entre 1984 et 2003.

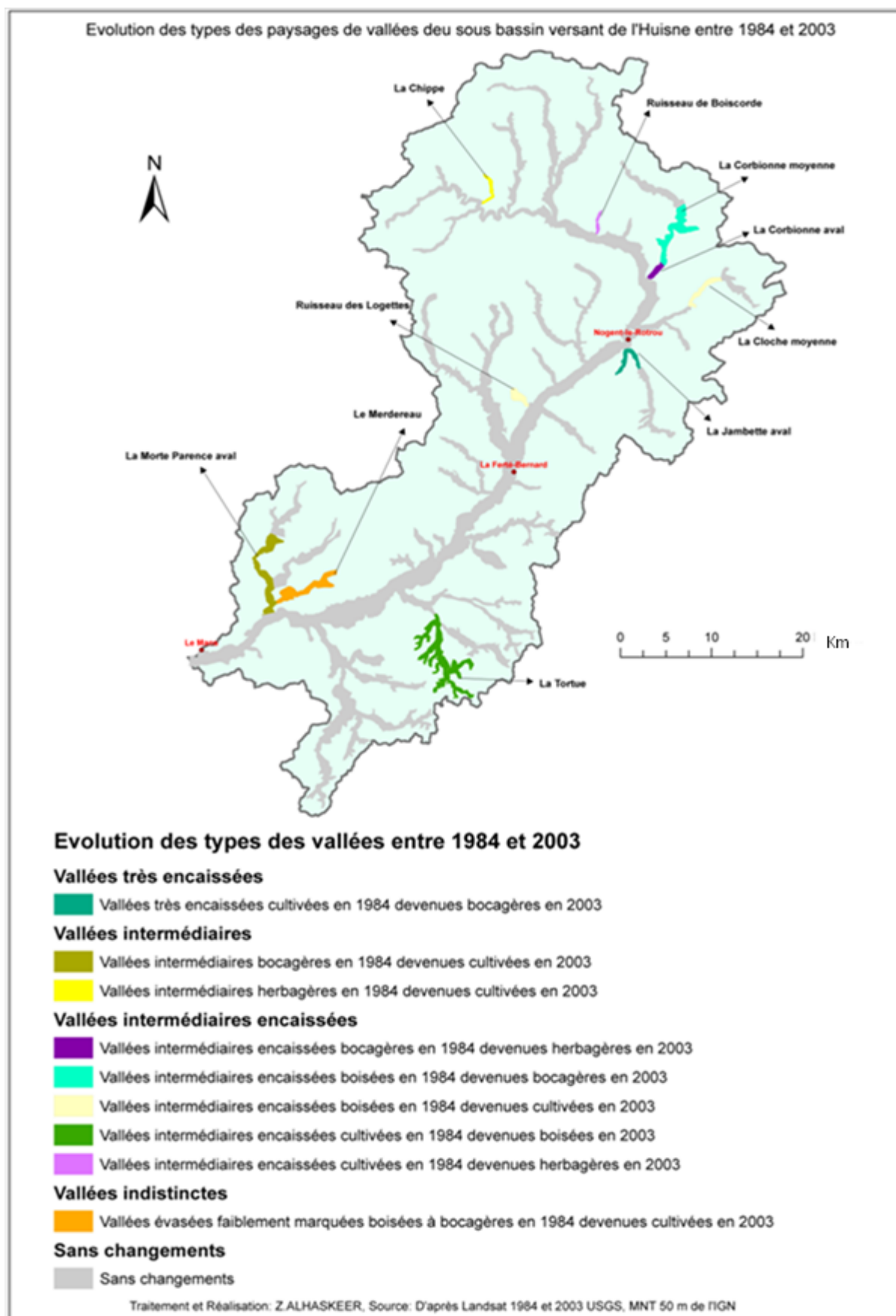


Figure 10.32- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de l'Huisne entre 1984 et 2003.

Les modifications concernant l'occupation du sol sont représentées par des graphiques qui sont dans l'annexe N°26. On note que les modifications majeures concernent l'aval du bassin qui est également le secteur le plus urbanisé où les transformations sont fortes. Les surfaces cultivées ont faiblement progressé dans les vallées de l'Huisne au détriment d'espaces en prairies, par exemple : l'Huisne amont. Les surfaces en herbe ont régressé dans la plupart des types de vallée de l'Huisne au profit d'espaces cultivés et boisés. Enfin les surfaces boisées ont notoirement progressé dans tous les types de vallée, en particulier dans l'Huisne aval.

- Par des indicateurs de singularité (sur 66 tronçons au total):

*Indicateur de contraste du taux des boisements*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	31	31
Moyennement contrasté	15	14
Fortement contrasté	20	21

*Tableau 10.18- Indicateur de contraste du taux des boisements.*

Les modifications sont faibles entre 1984 et 2003 et les contrastes sont globalement peu accusés avec les espaces environnants. Ce sont surtout les tronçons du tiers aval du bassin versant qui connaissent les modifications les plus notoires (Figure 10.33).

*Indicateur de contraste d'emprise urbaine*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	44	43
Moyennement contrasté	11	17
Fortement contrasté	11	6

*Tableau 10.19- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.*

Les contrastes les plus grands concernent la vallée de l'Huisne aval où l'emprise urbaine s'est accrue dans les vallées que les milieux environnants. L'étalement urbain s'est développé dans les vallées en lien avec la grande largeur de fond de vallée (Figure 10.34).

*Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures*

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	24	34
Moyennement contrasté	18	20
Fortement contrasté	24	13

*Tableau 10.20- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.*

Les données du tableau montrent que les contrastes selon cet indicateur se sont atténués en raison de la réduction des prairies permanentes qui augmentent les ressemblances entre vallées et mieux environnants. A contrario, cela confirme que les surfaces cultivées ont augmenté dans ces tronçons (Figure 10.35).

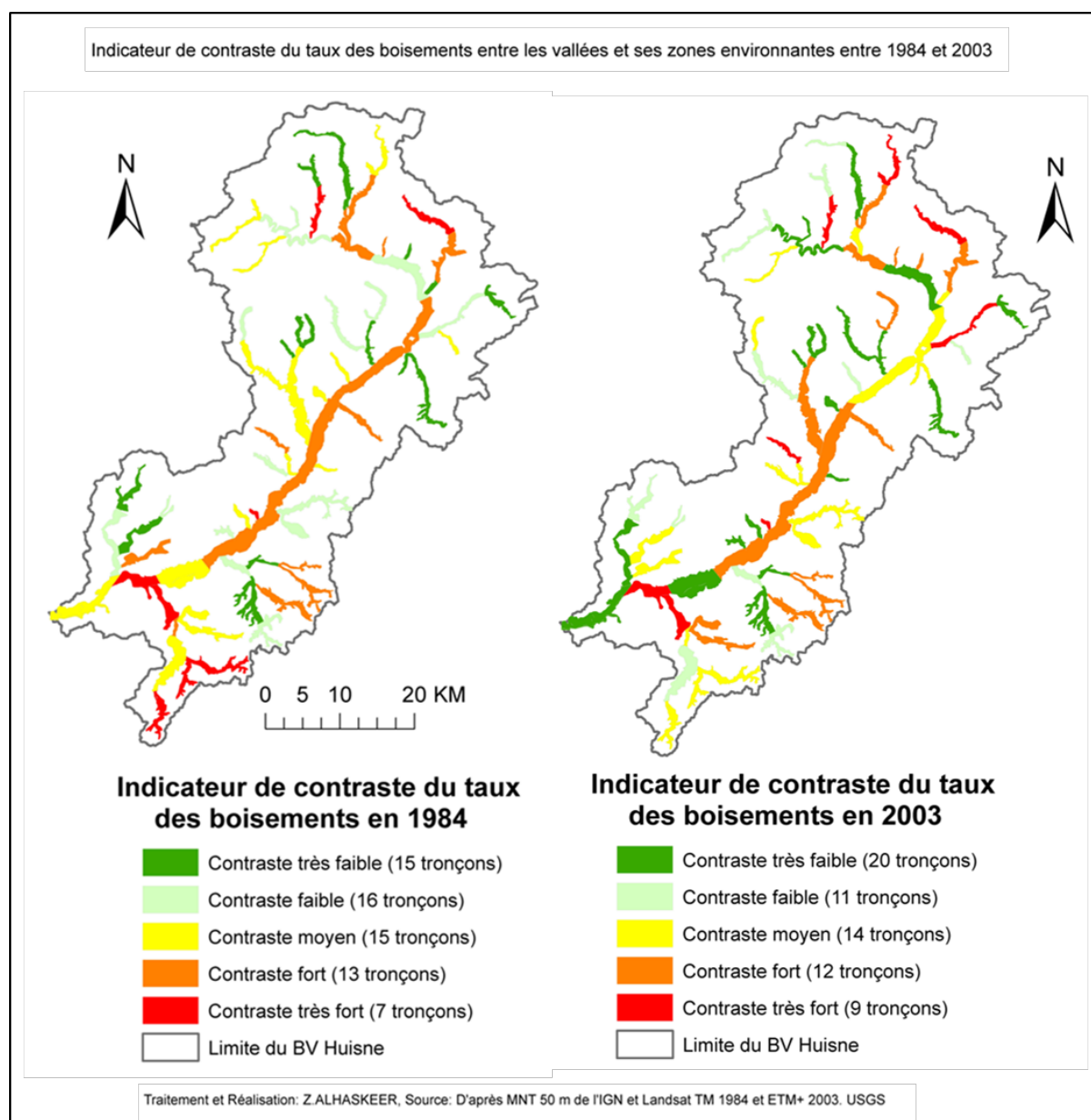


Figure 10.33- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste synthétique paysager

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	26	33
Moyennement contrasté	22	23
Fortement contrasté	18	10

Tableau 10.21- Indicateur de contraste synthétique paysager.

Globalement l'indice synthétique montre des atténuations de contrastes entre vallée et environnement (Figure 10.36). C'est parce que les surfaces cultivées et les surfaces boisées ont progressé dans les vallées. De plus, les espaces bâtis se sont bien développés dans les vallées tant que dans les zones environnantes ; les caractéristiques des reliefs jouent un rôle

important dans l'étalement urbain, les fonds de vallées larges favorisent les constructions à l'intérieur des vallées surtout dans la vallée de l'Huisne.

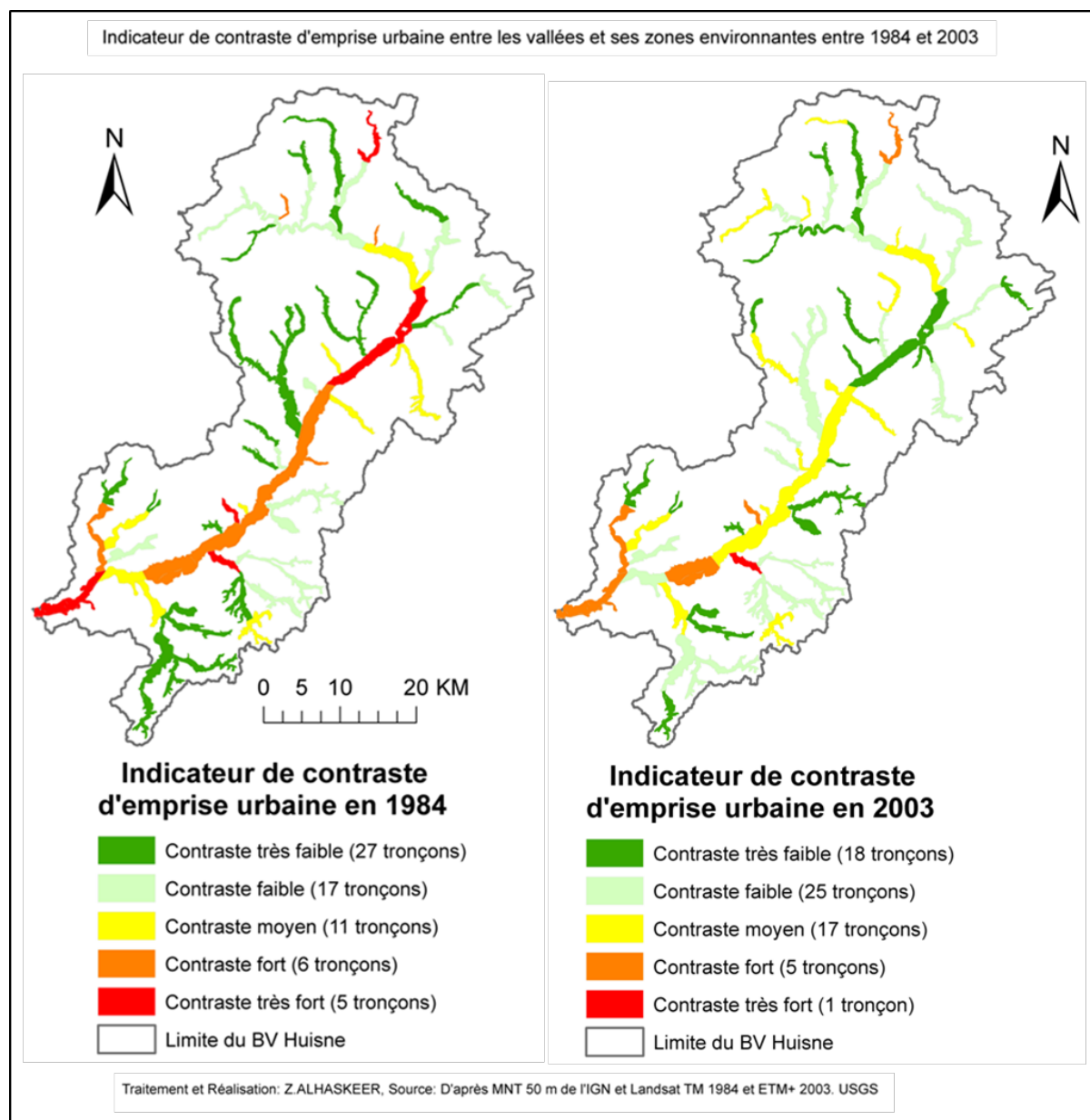


Figure 10.34- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.



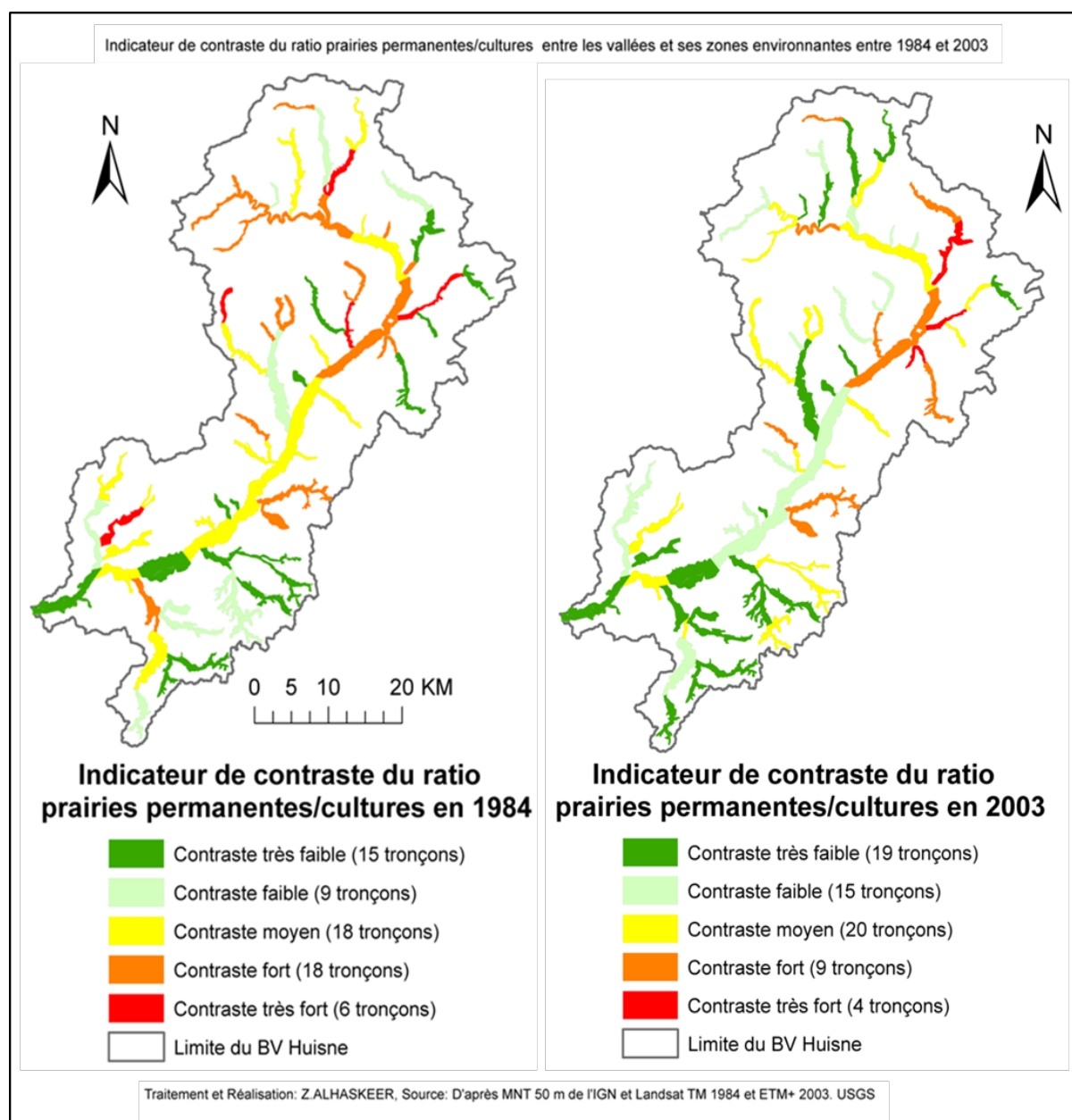


Figure 10.35- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

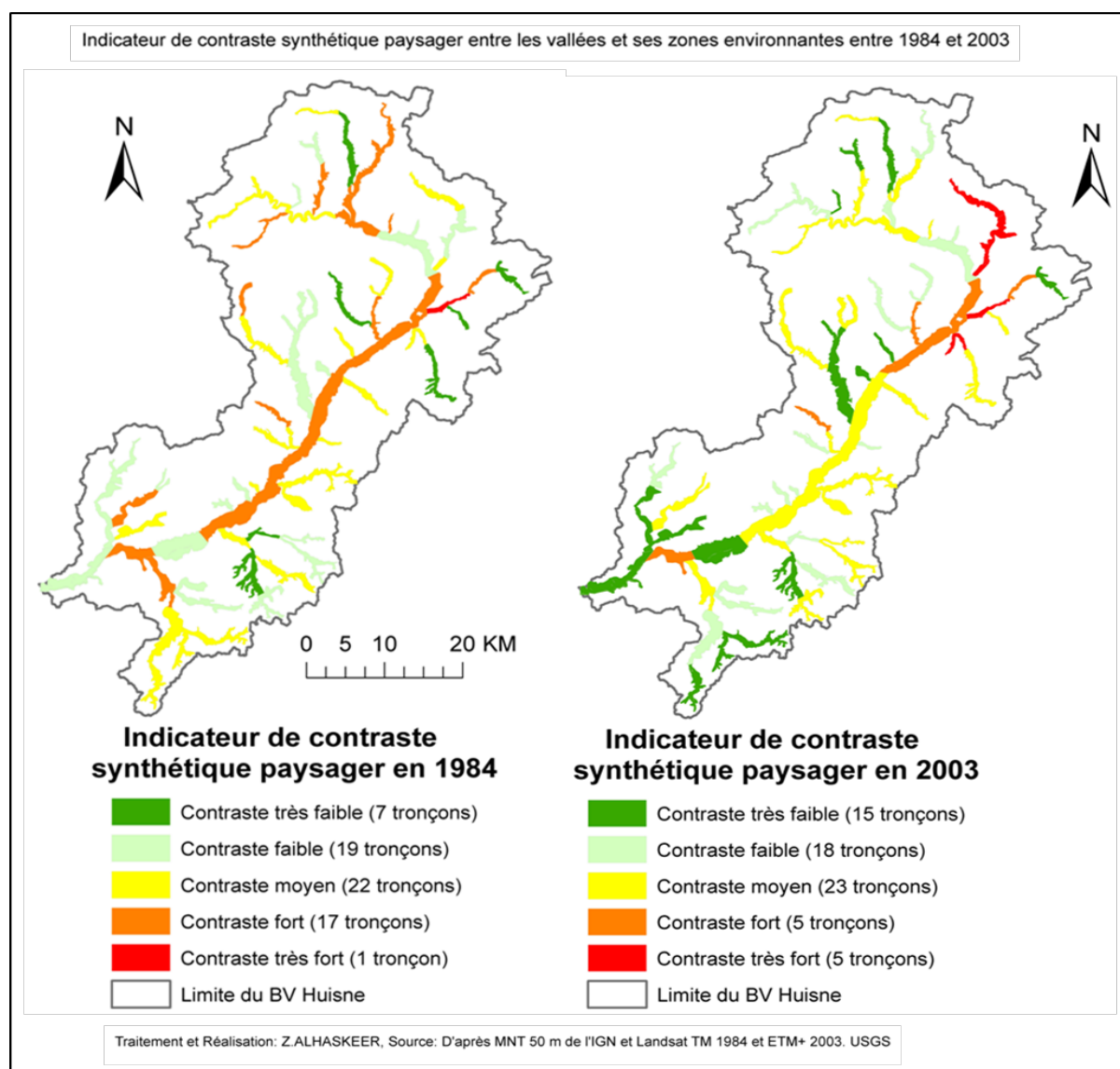


Figure 10.36- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### 10.6. Analyse diachronique des vallées de l'Oudon entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

Entre 1984 et 2003 les changements les plus importants concernent les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires (Tableau 10.22). Les vallées qui sont sans changement, sont les vallées boisées et urbanisées. Les cartes qui représentent ces éléments sont en annexe N°27.

Type de vallée	En 1984	En 2003	Changement
----------------	---------	---------	------------

	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	0	0,00	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	1	2,86	1	2,86	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	0	0,00	0
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
A5.Vallées très encaissées boisées	0	0,00	0	0,00	0
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	3	8,57	7	20,00	4
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	0	0,00	3	8,57	3
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	0	0,00	0	0,00	0
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	12	34,29	5	14,29	-7
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
C2.Vallées intermédiaires bocagères	7	2,86	8	22,86	1
C3.Vallées intermédiaires cultivées	0	0,00	4	11,43	4
C4.Vallées intermédiaires boisées	0	0,00	0	0,00	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	11	31,43	6	17,14	-5
D.Vallées à méandres encaissées bocagères	1	2,86	1	2,86	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00	0	0,00	0
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00	0	0,00	0
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00	0	0,00	0
F1.1.Basses Vallées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	0	0,00	0	0,00	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00	0	0,00	0

Sans changement
 changement moyen
 changement fort

Tableau 10.22- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de l'Oudon.

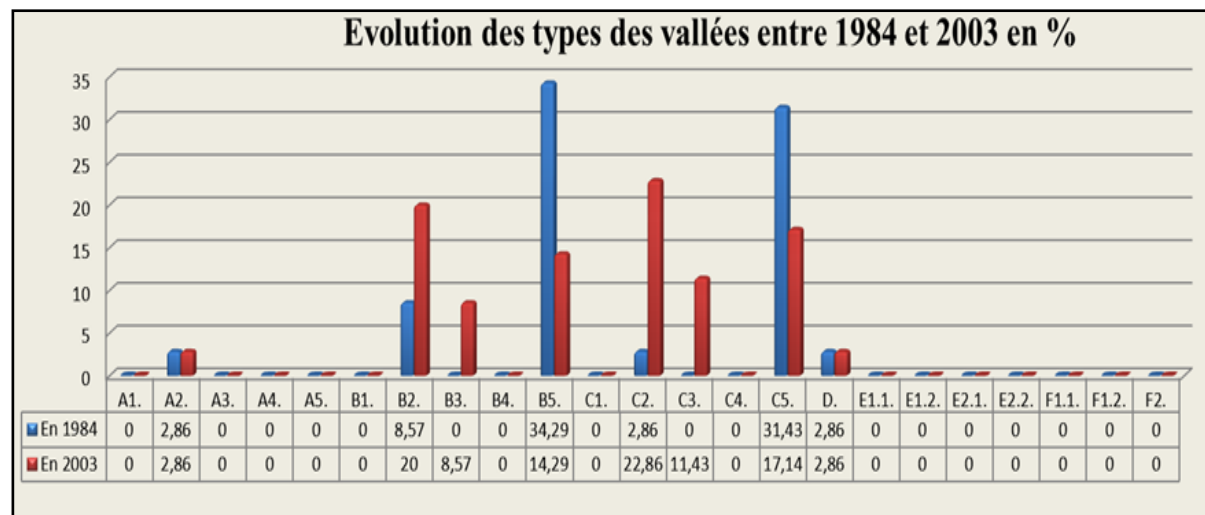


Figure 10.37- Répartition des types de vallée de l'Oudon entre 1984 et 2003.

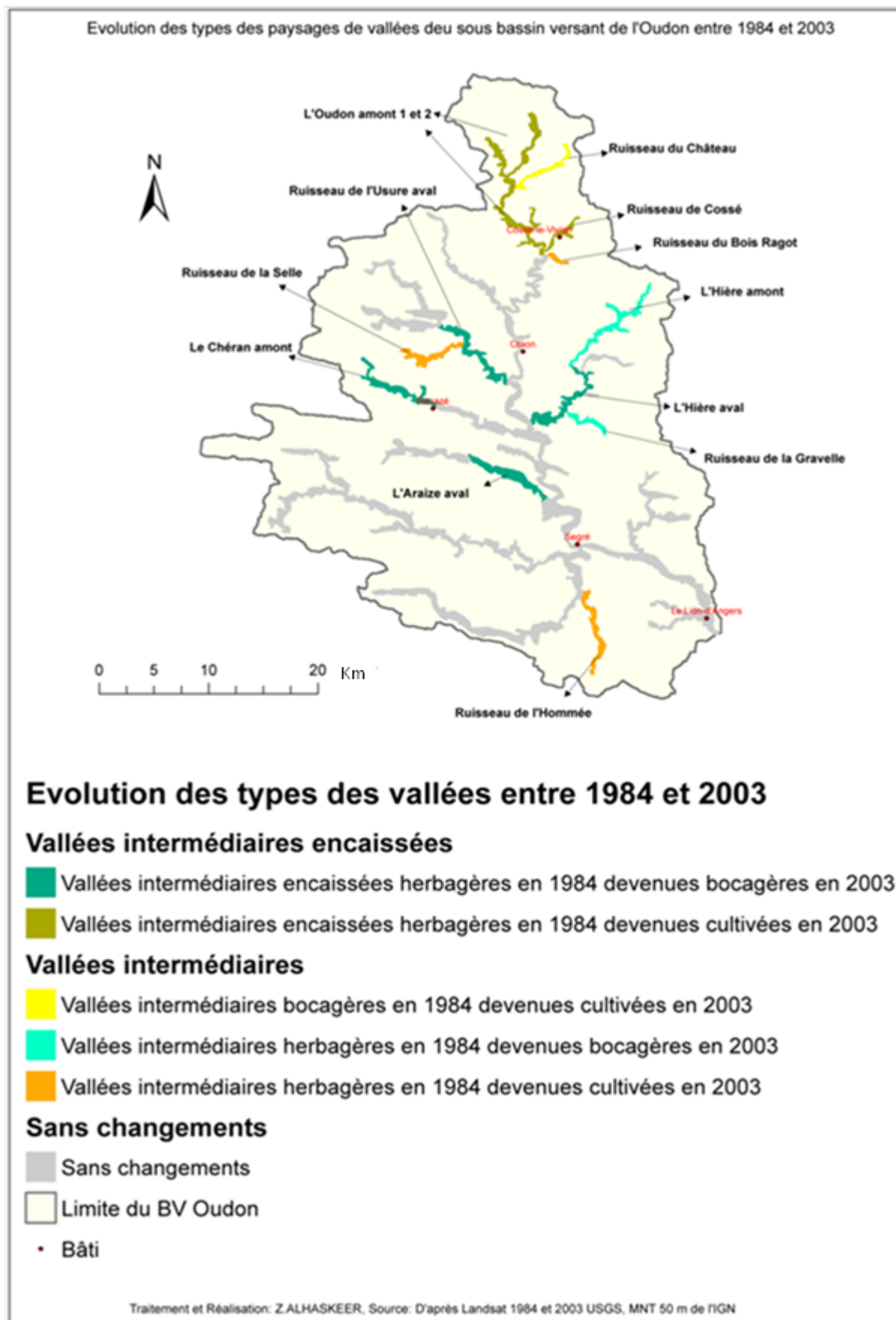


Figure 10.38- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de l'Oudon entre 1984 et 2003.

Les modifications concernant l'occupation du sol sont représentées par des graphiques qui sont dans l'annexe N°28. On note que globalement l'habitat a augmenté dans tous les tronçons et surtout dans celui qui correspond à l'agglomération Cossé-le-Vivien et Segré. L'étalement urbain s'est fait au détriment des espaces herbagers. Les surfaces cultivées ont progressé dans tous les types de vallée au détriment d'espaces en prairies, par exemple : l'Oudon amont. Les surfaces en herbe ont régressé partout au profit d'espaces cultivés. Enfin les surfaces boisées ont considérablement progressé dans tous les types de vallée, en particulier dans l'Oudon aval.

- Par des indicateurs de singularité (sur 35 tronçons au total) :

Indicateur de contraste du taux des boisements

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	17	14
Moyennement contrasté	7	9
Fortement contrasté	11	12

Tableau 10.23- Indicateur de contraste du taux des boisements.

Les modifications sont faibles entre 1984 et 2003 et les contrastes sont globalement peu accusés avec les espaces environnants. L'atténuation des différences entre vallée et environnement peut être mise en lien avec l'augmentation générale des boisements dans le bassin de l'Oudon (Figure 10.39).

Indicateur de contraste d'emprise urbaine

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	25	27
Moyennement contrasté	5	4
Fortement contrasté	5	4

Tableau 10.24- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.

Les modifications sont faibles entre 1984 et 2003 et les contrastes sont globalement peu accusés avec les espaces environnants. L'étalement urbain s'est bien développé dans les zones environnantes (Figure 10.40). Les contrastes se sont atténués en lien avec la faible incision des vallées. Cela favorise le développement de l'urbanisation sur les bas plateaux environnants.



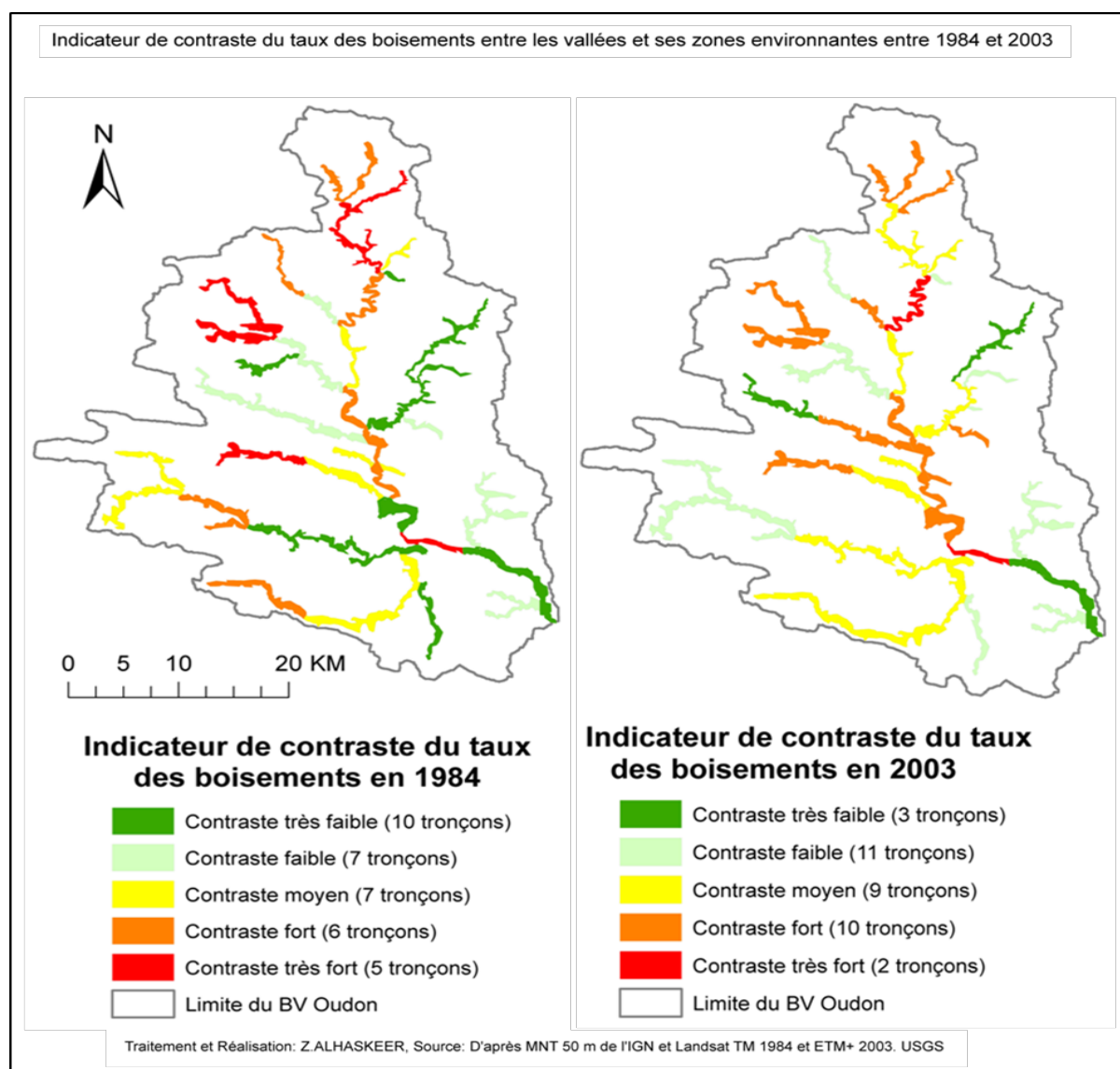


Figure 10.39- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	22	13
Moyennement contrasté	9	10
Fortement contrasté	4	12

Tableau 10.25- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.

Les données du tableau montrent que les contrastes se sont augmentés entre 1984 et 2003. Cela est dû à la réduction dans les milieux environnants des espaces occupés par des prairies et à l'augmentation des surfaces cultivées (Figure 10.41).

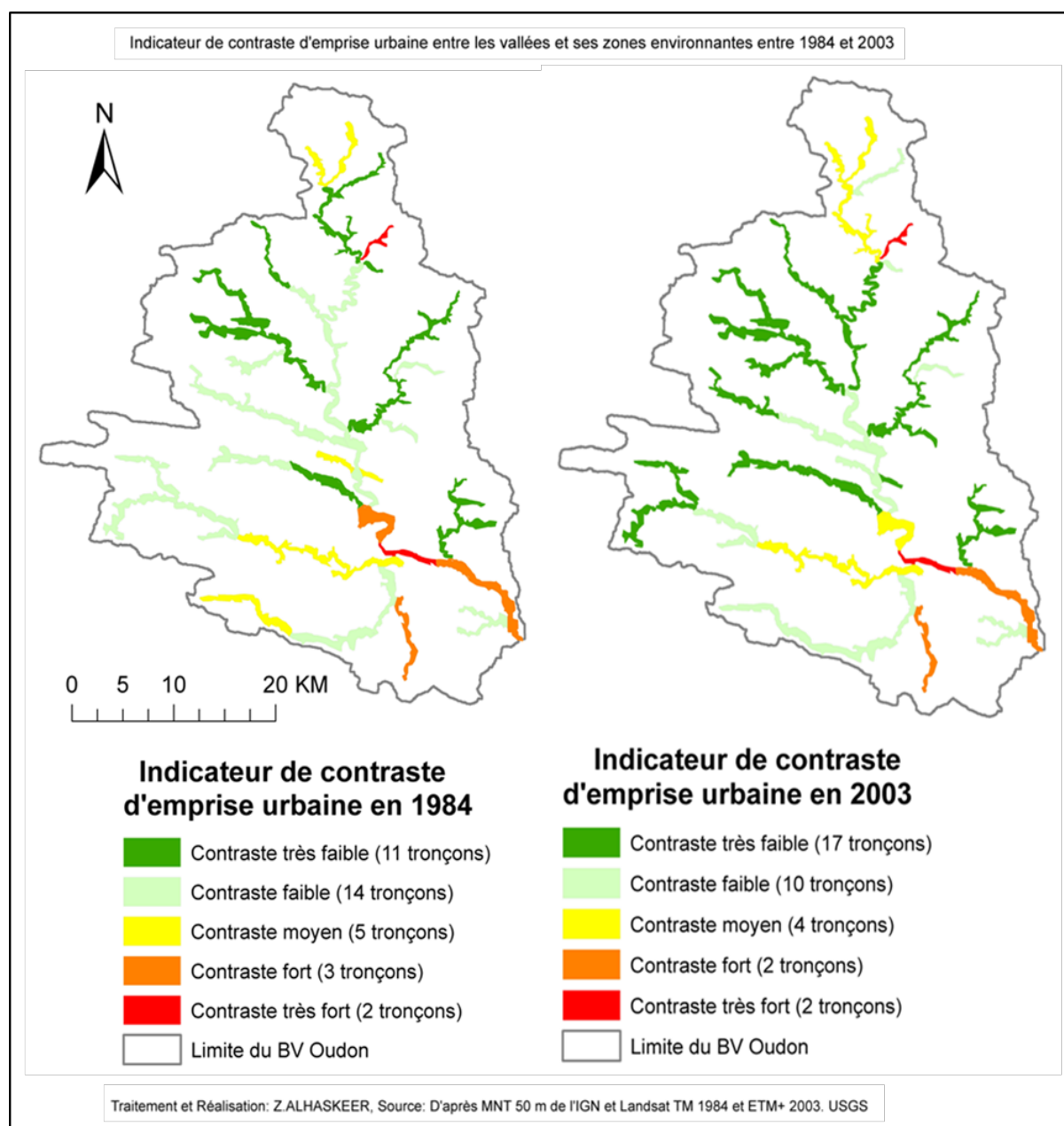


Figure 10.40- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

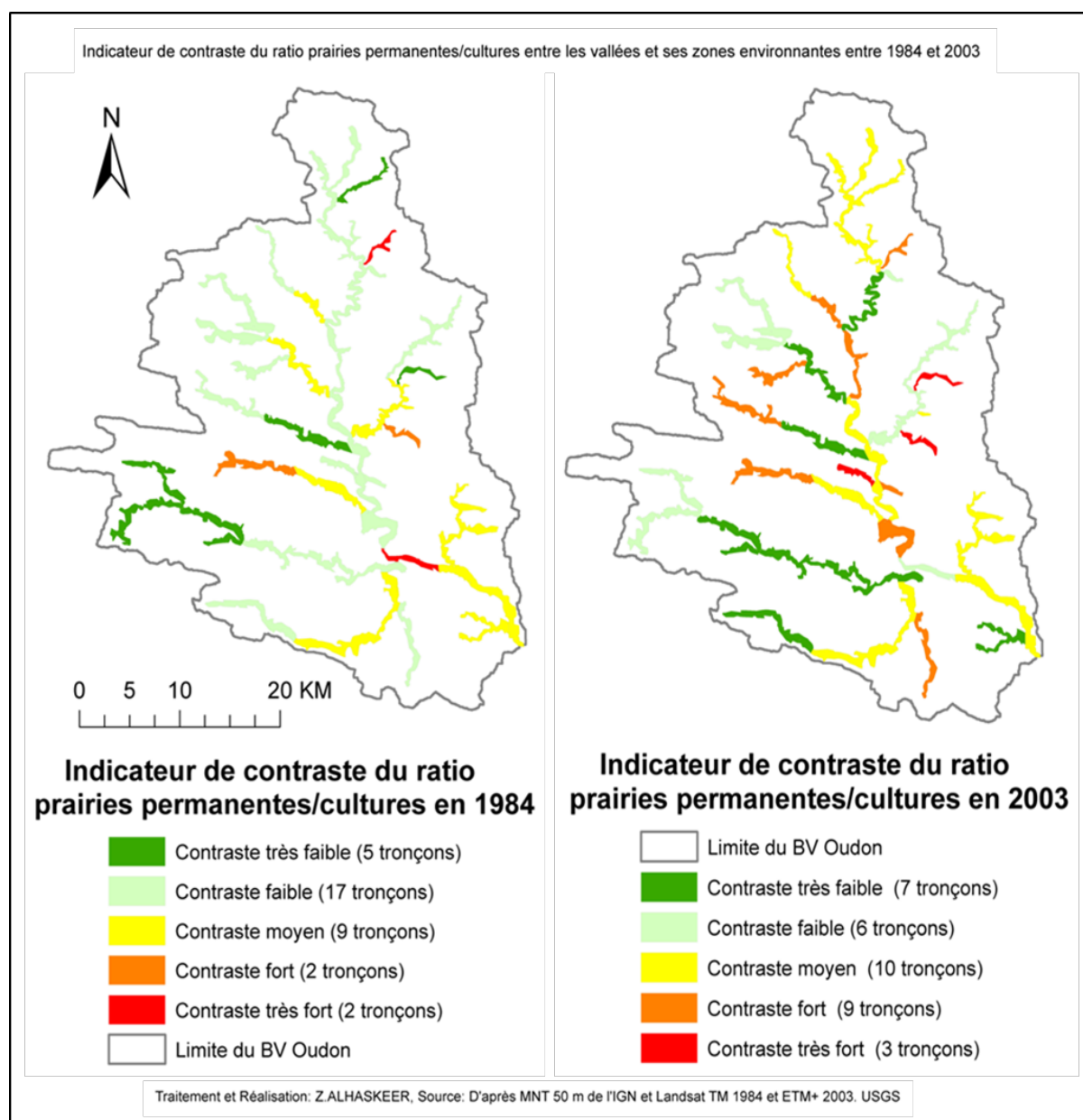


Figure 10.41- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste synthétique paysager

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	22	14
Moyennement contrasté	9	12
Fortement contrasté	4	9

Tableau 10.26- Indicateur de contraste synthétique paysager.

Globalement l'indice synthétique montre des augmentations de contrastes entre vallée et environnement (Figure 10.42). Il s'agit de la progression des surfaces cultivées et des bâties dans les zones environnantes plus que dans les vallées. L'influence des zones environnantes joue un rôle important dans ce gain de singularité des vallées dans le bassin de l'Oudon.

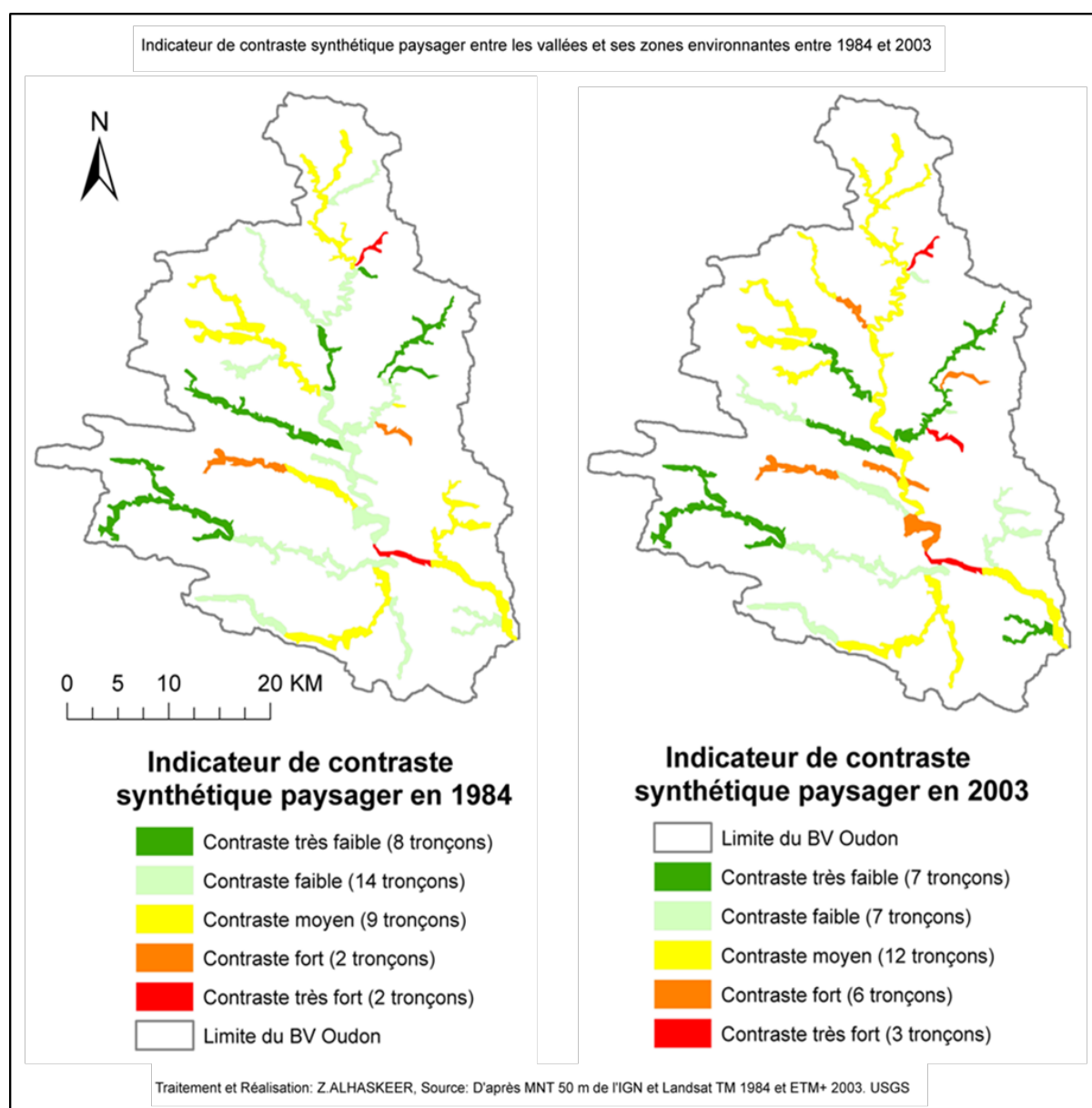


Figure 10.42- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

### 10.7. Analyse diachronique des vallées de la Maine aval entre 1984 et 2003

- Les changements majeurs par type de vallée :

Entre 1984 et 2003 les changements sont peu importants dans toutes les vallées du bassin de la Maine aval. Les changements les plus importants concernent les vallées intermédiaires encaissées et les vallées intermédiaires (Tableau 10.27). Les vallées qui sont sans changement, sont situées dans les classes morphologiques remarquables. Ces sont des basses vallées urbanisées et bocagères. Les cartes qui représentent ces éléments sont en annexe N°29.

Type de vallée	En 1984		En 2003		Changement par nombre
	Nombre	%	Nombre	%	
A1.Vallées Gorges boisées	0	0,00	0	0,00	0
A2.Vallées très encaissées urbanisées	0	0,00	0	0,00	0
A3.Vallées très encaissées bocagères	0	0,00	0	0,00	0
A4.Vallées très encaissées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
A5.Vallées très encaissées boisées	0	0,00	0	0,00	0
B1.Vallées intermédiaires encaissées urbanisées	0	0,00	1	12,50	1
B2.Vallées intermédiaires encaissées bocagères	1	12,50	0	0,00	-1
B3.Vallées intermédiaires encaissées cultivées	1	12,50	0	0,00	-1
B4.Vallées intermédiaires encaissées boisées	0	0,00	1	12,50	1
B5.Vallées intermédiaires encaissées herbagères	0	0,00	0	0,00	0
C1.Vallées intermédiaires urbanisées	0	0,00	1	12,50	1
C2.Vallées intermédiaires bocagères	0	0,00	0	0,00	0
C3.Vallées intermédiaires cultivées	2	25,00	1	12,50	-1
C4.Vallées intermédiaires boisées	0	0,00	0	0,00	0
C5.Vallées intermédiaires herbagères	0	0,00	0	0,00	0
D. Vallées à méandres encaissées bocagères	0	0,00	0	0,00	0
E1.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00	0	0,00	0
E1.2.Vallées évasées faiblement marquées cultivées	0	0,00	0	0,00	0
E2.1.Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères	0	0,00	0	0,00	0
E2.2.Vallées évasées des têtes de bassins cultivées	0	0,00	0	0,00	0
F1.1.Basses Vallées urbanisées	3	37,50	3	37,50	0
F1.2.Basses Vallées bocagères	1	12,50	1	12,50	0
F2.Basses Vallées larges cultivées	0	0,00	0	0,00	0

Sans changement
 changement moyen

Tableau 10.27- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Maine aval.

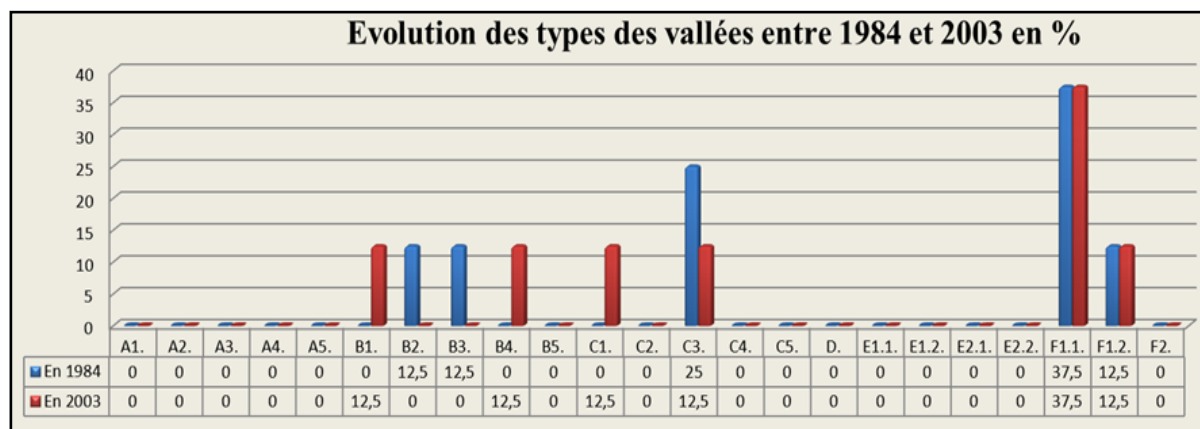


Figure 10.43- Répartition des types de vallée de la Maine aval entre 1984 et 2003.

L'habitat a augmenté dans tous les tronçons et surtout dans celui qui correspond à l'agglomération d'Angers. Les surfaces cultivées ont fortement régressé dans tous les types de vallée de la Maine aval. Cette régression est faite au profit des surfaces bâties. Les surfaces en herbe ont également régressé au profit des bâties. Enfin les surfaces boisées sont stables et préservées.



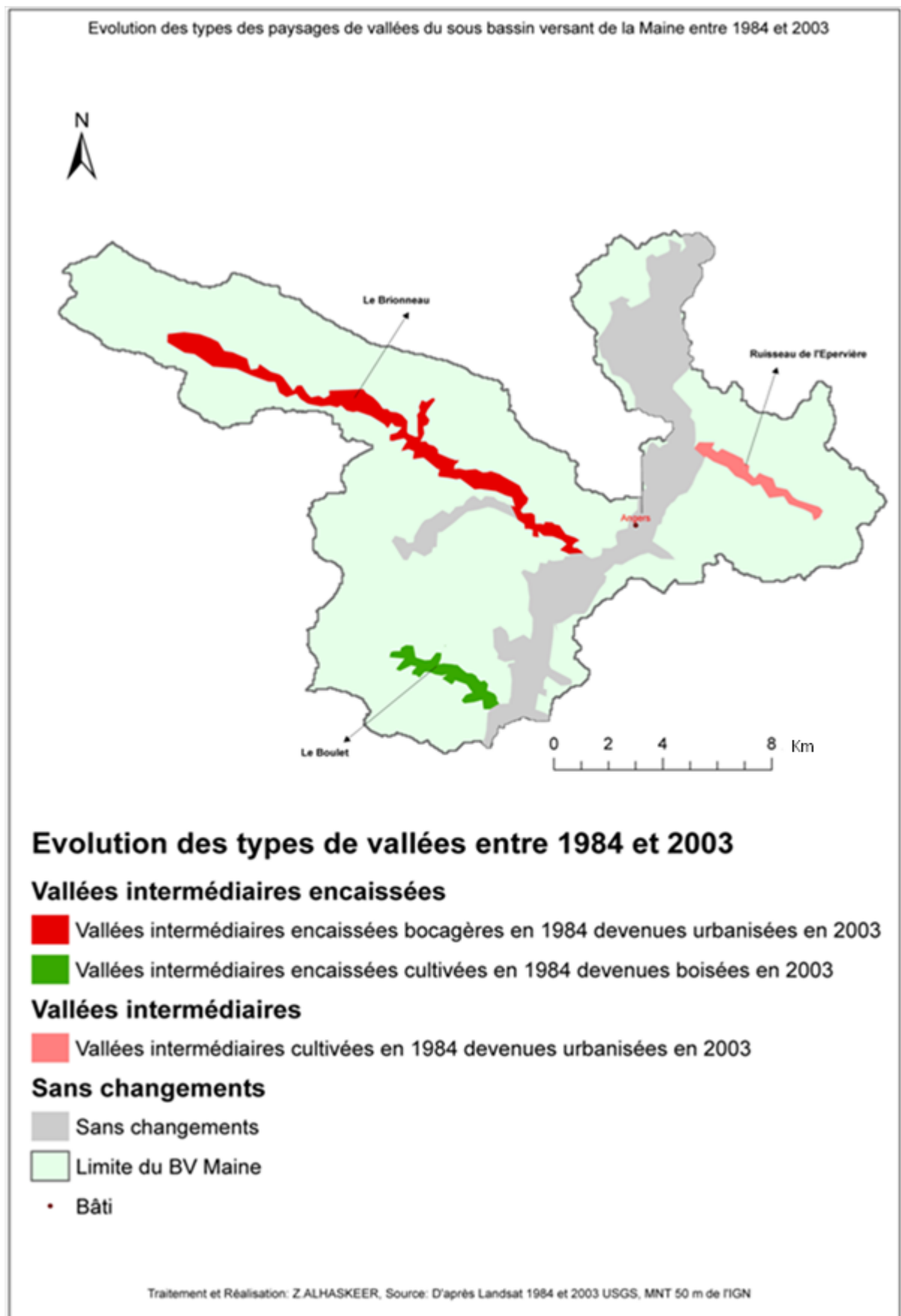


Figure 10.44- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de la Maine aval entre 1984 et 2003.

- Par des indicateurs de singularité (sur 9 tronçons au total) :

#### Indicateur de contraste du taux des boisements

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	5	4
Moyennement contrasté	1	1
Fortement contrasté	3	4

Tableau 10.28- Indicateur de contraste du taux des boisements.

Les modifications sont faibles entre 1984 et 2003 et les contrastes sont globalement peu accusés avec les espaces environnants. Les surfaces boisées ont régressé dans les vallées de la Maine aval autour d'Angers au profit des bâties (Figure 10.45).

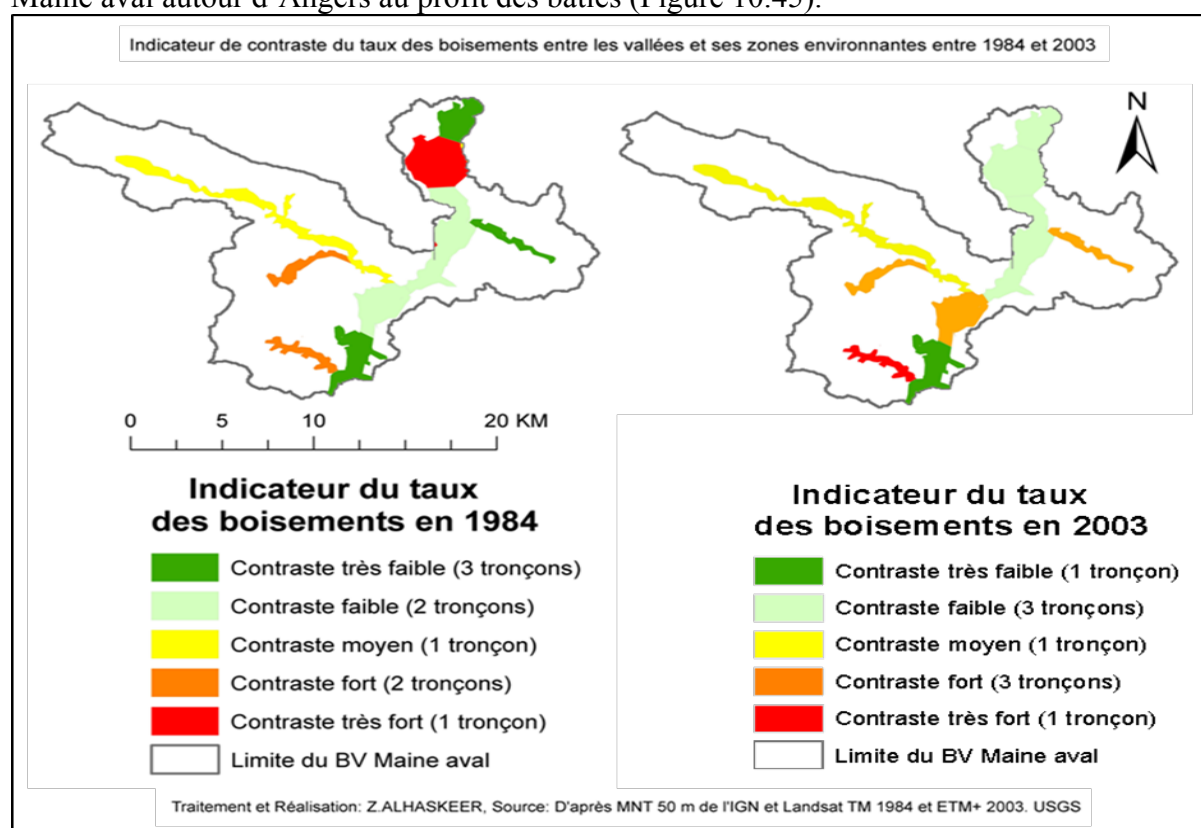


Figure 10.45- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste d'emprise urbaine

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	4	4
Moyennement contrasté	2	2
Fortement contrasté	3	3

Tableau 10.29- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.

Cet indicateur d'emprise urbaine montre la prédominance des espaces urbanisés au détriment des secteurs ruraux. L'étalement urbain s'est développé dans les vallées plus que dans les zones environnantes en lien avec la grande largeur des fonds de vallées (Figure 10.46).

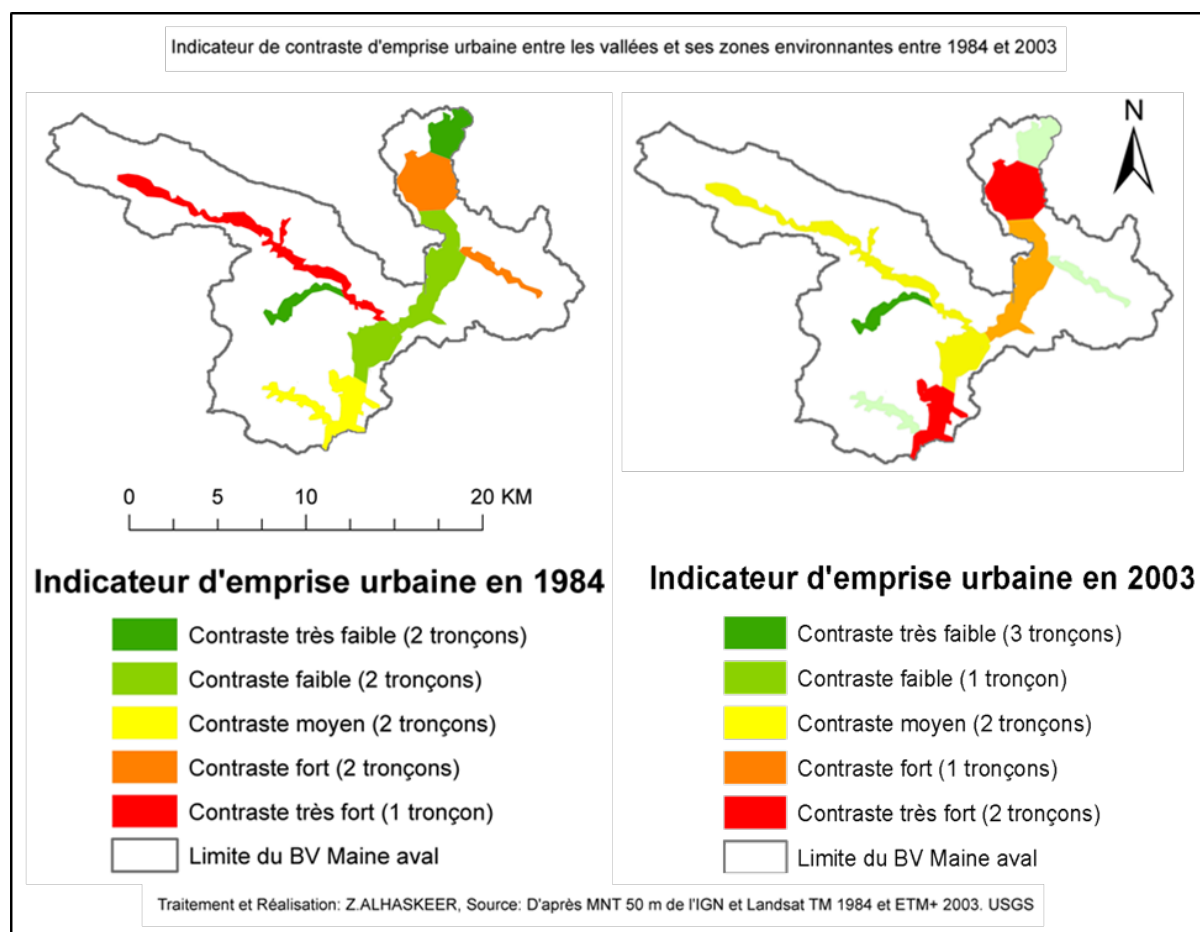


Figure 10.46- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	4	4
Moyennement contrasté	1	2
Fortement contrasté	4	3

Tableau 10.30- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.

Globalement les contrastes selon cet indicateur se réduisent entre 1984 et 2003. Cela est dû à la réduction dans les vallées des espaces occupés par des prairies et à l'augmentation des surfaces bâties. Dans les tronçons qui correspondent à l'amont de la Maine, les surfaces toujours en herbe sont prédominantes dans les vallées que dans les zones environnantes. A contrario, dans les tronçons autour d'Angers, elles se sont réduites dans les vallées que dans les milieux environnants au profit des bâties (Figure 10.47).

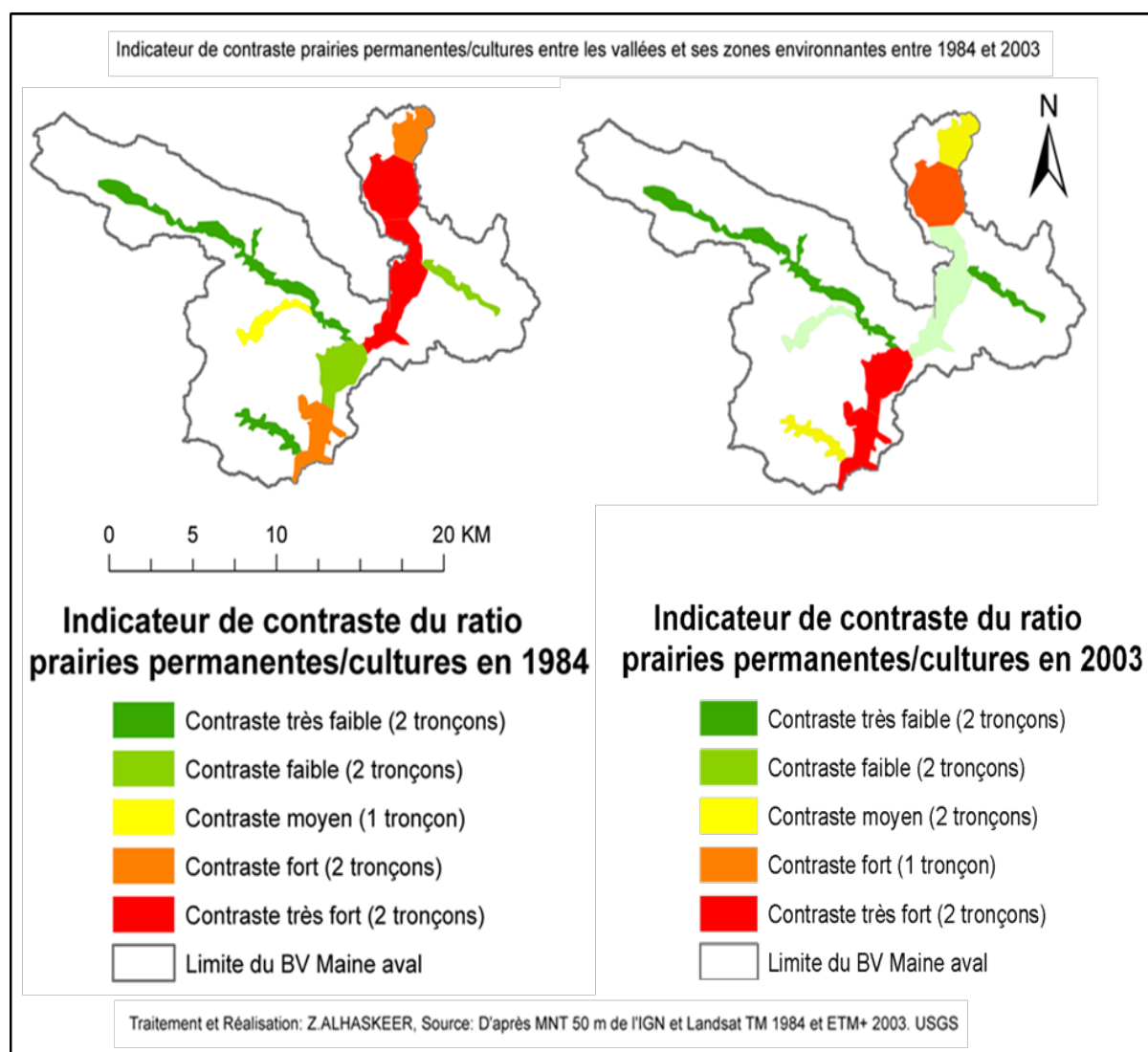


Figure 10.47- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

#### Indicateur de contraste synthétique paysager

Tronçons	1984	2003
Peu contrasté	3	3
Moyennement contrasté	3	2
Fortement contrasté	3	4

Tableau 10.31- Indicateur de contraste synthétique paysager.

L'indice synthétique montre des augmentations de contrastes entre vallée et environnement (Figure 10.48). Il s'agit de la progression des surfaces bâties dans les vallées que dans les zones environnantes. Les espaces bâties se sont bien développés dans les vallées; les caractéristiques des reliefs jouent un rôle important dans l'étalement urbain, les fonds de vallées larges et les pentes des versants faibles favorisent les constructions à l'intérieur des vallées.

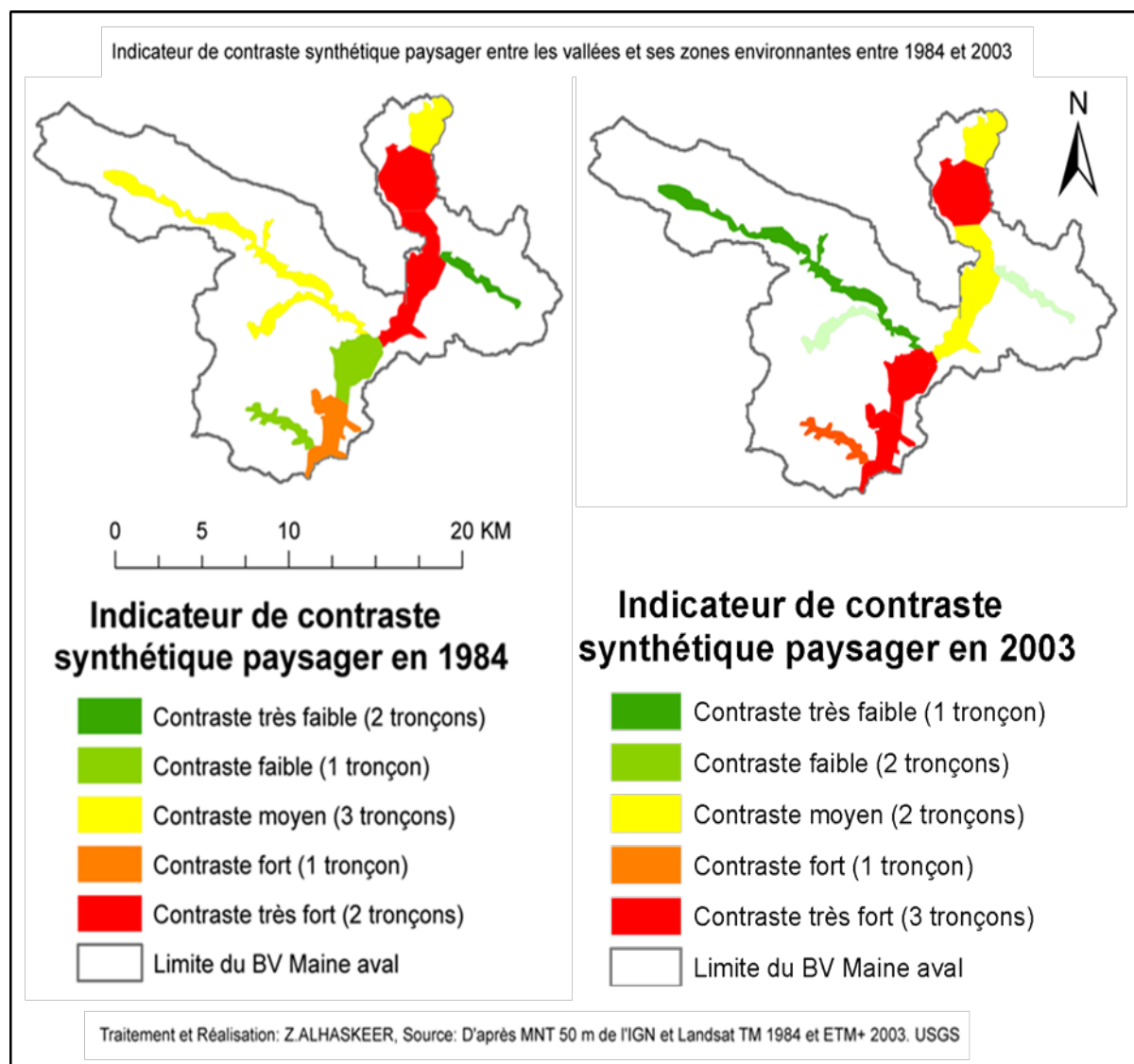


Figure 10.48- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.

### 10.8. Enjeux liés à des vallées du sous bassins de la Maine entre 1984 et 2003

Dans ce paragraphe nous établissons des liens entre la modification récente des paysages de vallées mise en évidence dans le paragraphe précédent et les enjeux de l'aménagement et de la gestion de ces vallées. Ces enjeux ont été identifiés à partir de la bibliographie en particulier des rapports d'études produits par les services en charge de la gestion de l'espace et de l'eau (SAGE, SCoT, Atlas,...).

#### 10.8.1. Les vallées du bassin du Loir

Les vallées du bassin du Loir ne connaissent pas une pression urbaine très importante (Diren Centre, 2010). L'étalement urbain qui caractérise la dynamique de l'habitat dans certains secteurs dessine cependant de nouveaux paysages et crée progressivement de nouveaux équilibres entre le monde rural et le monde urbain.

L'expansion urbaine est inégale et dépend de la proximité ou de l'éloignement de pôles économiques et urbains (Atlas de la Sarthe, 2005). Dans le bassin du Loir, il s'agit des centres



de la Flèche, Château-du-Loir et Le Lude ou encore Vendôme et Saint Calais (SCoT de l'agglomération vendômoise, 2007). Ils commandent les dynamiques urbaines mises en évidence dans les vallées de la Dême, la Braye, la Veuve, l'Anille, le Long ainsi que dans certains tronçons de la vallée du Loir.

Les politiques d'urbanisation veillent à contrôler l'expansion urbaine afin de préserver les paysages de vallées ; leur qualité est bien identifiée et ils font l'objet d'une valorisation par le tourisme entamée depuis de nombreuses années (Atlas de la Sarthe, 2005). Cela est d'ailleurs en lien avec des implantations hors secteur urbanisé ponctuellement très fortes.

Concernant les boisements, 21% de la surface des vallées sont couverts de bois et forêts (en 2003). Dans certaines, situées dans la partie occidentale du bassin (par exemple : le ruisseau des Cartes), le taux de boisement peut atteindre près de 70%. Toutefois, la propriété forestière reste très morcelée et le secteur de la transformation du bois limité. En général, les bois ont progressé dans les vallées du Loir. Parmi les vallées qui étaient cultivées en 1984 et qui sont devenues boisées en 2003, on peut citer la Marconne aval et la Fare aval. Mais il existe aussi une consommation de ces espaces forestiers pour l'urbanisme et les équipements. Les surfaces plantées en peupliers ont fortement progressé (SAGE du Loir, 2009). Cette expansion, liée à l'abandon progressif de l'élevage sur les prairies inondables, provoque une uniformisation et une fermeture des paysages.

Concernant les espaces agricoles, la diversité est grande. On peut la distinguer à plusieurs niveaux. Le SAGE du Loir (2008) différencie deux zones : le Loir "tourangeau" à l'Est du Lude avec des versants marqués et une vallée moyennement large et le Loir "angevin" à l'Ouest du Lude avec une vallée plus large et de versants peu marqués. Mais à l'intérieur de ces zones nous avons repéré dans le détail, des secteurs boisés, viticoles, bocagers, et des openfields qui constituent la richesse et la variété des paysages principalement de la vallée du Loir. Dans les vallées affluentes, la tendance est à l'augmentation des surfaces en grandes cultures au détriment de l'élevage (SAGE du Loir, 2008). L'image de vallées verte, herbagère est de moins en moins vraie. Ces vallées tendent ainsi à s'homogénéiser au détriment de la diversité des formes d'agriculture.

La plupart des vallées du bassin du Loir sont insérées dans les zones environnantes très cultivées qui occupent les plateaux. Les mutations agricoles induisent une dynamique des paysages. Le bocage est en constante évolution, le maillage bocager tend à disparaître ainsi que les vestiges de haies (arbres fruitiers, arbres isolés...) (Chambre d'agriculture région Centre, 2009). Un grand nombre d'espèces animales et végétales subissent une pression anthropique croissante par disparition du bocage.

Mais ces tendances notées jusqu'en 2003 se sont modifiées depuis, en lien avec des préoccupations pour l'environnement et pour le maintien la diversité des écosystèmes (Directives européennes).

#### **10.8.2. Les vallées du bassin de la Sarthe**

Les vallées du bassin de la Sarthe connaissent une pression urbaine importante surtout dans les tronçons situés entre Le Mans et Sablé du Sarthe. En revanche, l'étalement urbain est faible dans la vallée de la Sarthe amont (à partir d'Alençon) dans ces tronçons de vallées intermédiaires et indistinctes.

Notre analyse a permis d'identifier plusieurs secteurs à forte croissance urbaine (Atlas de la Sarthe, 2005):

- les vallées situées à proximité du Mans, jusqu'à environ 10 kilomètres du Mans;

- les pôles économiques et urbains secondaires dans une moindre mesure (Sablé-sur-Sarthe, Beaumont-sur-Sarthe, Fresnay-sur-Sarthe sont les principaux) ;
- la périphérie d'Alençon

Concernant les boisements, 19% de la surface des vallées est couverte de bois et forêts (en 2003). Dans certaines vallées situées en amont de la Sarthe (par exemple : Alpes mancelles), le taux de boisement peut atteindre près de 55%. L'identité paysagère des vallées sarthoises surtout dans la traversée des Alpes mancelles, est fortement liée à la présence des massifs boisés (Atlas de la Sarthe, 2005). Les vallées de la Sarthe sont d'ailleurs soumises à une forte croissance des espaces forestière (10% en 1984 et 19% en 2003). Ces massifs sont à la croisée de préoccupations économiques, sociales, culturelles et paysagères. Les surfaces plantées en peupliers ont fortement progressé notamment dans les vallées secondaires. Cette expansion, liée à l'abandon progressif de l'élevage, provoque comme dans d'autres vallées, une uniformisation et une fermeture des paysages.

Dans ces vallées du bassin de la Sarthe, les espaces agricoles sont extrêmement diversifiés, et constituent un véritable atout pour des paysages de qualité (Atlas de la Sarthe, 2005). Mais les pressions sont fortes à proximité des villes. Ailleurs comme dans la vallée de l'Orne Soasnoise, des prairies sont dorénavant remplacées par les cultures amplifiant les enjeux en matière de qualité des milieux liés à l'eau tout spécifiquement (accroissement des besoins en eau et problème de qualité de l'eau). Les mutations agricoles induisent ainsi une dynamique des paysages.

Les surfaces bocagères ont progressé dans les vallées de la Sarthe. Les haies bocagères ont été pendant longtemps le reflet d'une adaptation progressive du maillage à l'évolution des pratiques agricoles et de l'évolution des techniques. Les haies avaient un rôle économique et participaient à la qualité écologique des milieux (Atlas de la Sarthe, 2005). D'importantes modifications concernent par exemple la Vaige amont, l'Erve amont, la Vègre amont, l'Ornette amont, la Sarthe moyenne 5 (entre Saint-Marceau et Fresnay-sur Sarthe) et Le Merdereau amont.

### **10.8.3. Les vallées du bassin de la Mayenne**

Les vallées du bassin de la Mayenne offrent des paysages variés (Atlas de Mayenne, 1999). Elles connaissent une pression urbaine importante surtout dans les tronçons situés à Laval et Mayenne. La périurbaine qui étirent les constructions des villes vers les espaces ruraux est identifiée dans un rayon de 15 kilomètres autour des grandes agglomérations et se traduit par un large développement des lotissements pavillonnaires (par exemple : Saint-Berthevin, Changé, Moulay) (Atlas de Mayenne, 1999). Depuis quelques années, les agglomérations ont procédé à des aménagements urbains pour renforcer leur centralité et leur identité. Les extensions urbaines de type pavillonnaire, le développement des zones d'activités en entrée de villes tendent à banaliser les paysages de cette partie de la vallée de la Mayenne.

Concernant les boisements, 20% de la surface des vallées sont couverts de bois et forêts (en 2003). Les vallées connaissent actuellement des évolutions importantes liées aux plantations récentes de peupliers, d'autres feuillus ou de conifères (Atlas de Mayenne, 1999). Bien que ne concernant le plus souvent que des surfaces peu importantes, ces boisements renforcent la fermeture visuelle des vallées de la Mayenne et de ses affluents. L'apparition de ces boisements et de zones où les friches progressent sont repérées sur les versants les plus pentus des vallons. Cela soulève une problématique de fermeture visuelle et physique dans les vallées (augmentation des surfaces de 13% en 1984 à 20% en 2003).

Concernant les espaces agricoles, comme ailleurs, ils sont extrêmement diversifiés. Le bocage caractérise le paysage mayennais et il est encore fortement présent. Il a été déstructuré dans les vallées de la Mayenne moyenne et aval et de la Jouanne et le Vicoin. Cette ouverture du maillage est particulièrement dommageable aux abords des sites urbanisés qui évoluent rapidement. Le quadrillage bocager est fragile ; ainsi les haies taillées sont de moins en moins présentes dans ces vallées. Dans les vallées de l'Ernée et de la Colmont, le bocage a été relativement simplifié. L'impact qui en résulte est très varié: il subsiste en effet le plus souvent une structure cohérente et lisible, toutefois l'abattage d'une haie en ligne de crête peut suffire à désorganiser les paysages (atlas de Mayenne, 1999).

Malgré la progression des espaces cultivés, les prairies occupent une place importante même si les surfaces toujours en herbe diminuent. Les agriculteurs s'orientent vers la céréaliculture. Les cultures fourragères ont également de plus en plus de succès. Le maïs ensilage, qui a fait son apparition dans les années 1970 est en constante augmentation (atlas de Mayenne, 1999). Certaines vallées ont fortement évoluées, par exemple les vallées herbagères en 1984 devenues cultivées en 2003 : l'Oscene et la Colmont moyenne.

#### **10.8.4. Les vallées du bassin de l'Huisne**

Les vallées de l'Huisne offrent des paysages moins variés qu'ailleurs.

Concernant l'urbanisme, les vallées de l'Huisne connaissent une pression urbaine importante dans les tronçons situés dans l'Huisne aval. L'image des extensions urbaines récentes perçue depuis la campagne est parfois négative. Une première catégorie de problèmes est liée à la localisation de ces extensions urbaines, qui ne respectent pas toujours les logiques d'implantation des tissus bâtis plus anciens. Les villes et villages installés dans une vallée se caractérisent par une sensibilité à la qualité des extensions sur les coteaux et une sensibilité forte aux extensions dans les parties basses et inondables. Parallèlement à ces processus, les vallées deviennent chaque jour davantage un espace de campagne sous influence urbaine. (SAGE de l'Huisne, 2003). Les extensions urbaines, le développement des zones d'activités en entrée de villes tendent à banaliser les paysages de vallée de l'Huisne aval. Entre la Ferté-Bernard et Le Mans, les surfaces bâties ont progressé entre 1984 et 2003 et cela pose la question de l'identification paysagère de ce secteur.

Concernant les boisements, 25% de la surface de la vallée est couverte de bois et forêts (en 2003). Deux critères sont essentiels à la qualité des paysages qui accompagnent une rivière : l'ouverture visuelle des espaces de fond de vallée, qui permet d'appréhender celle-ci dans son ensemble, et la lisibilité de la ripisylve qui permet de localiser la rivière, surtout si celle-ci est modeste. Dans le passé, la présence quasi exclusive de prairies dans les fonds garantissait l'ouverture des paysages et la valorisation économique de la berge maintenait des formes de ripisylves très entretenues. Aujourd'hui, on assiste dans certains linéaires de vallée (une partie des vallées de l'Huisne, de l'Eure, de la Jambée, de la Cloche,...) à un « comblement » progressif du paysage, lié à trois dynamiques d'évolution principales (Atlas du Perche, 2000):

- enrichissement spontané de prairies à l'abandon évoluant lentement vers des boisements sans valeur économique;
- plantation de parcelles de peupleraies dont le grand développement peut occulter à la vue un pan de coteau entier ;
- développement excessif de haies entretenues de façon trop irrégulière, qui provoque lui aussi une fermeture du paysage.

Ces boisements renforcent la fermeture visuelle des vallées de l'Huisne et de ses affluents.

En général, les bois ont progressé dans les vallées du bassin de l'Huisne, ce qui conduit à transformer les types des tronçons de vallées ; certains, « vallées bocagères » (herbagères) en 1984 sont devenues « vallée boisée » boisées en 2003.

Concernant les espaces agricoles, le bocage recouvre une réalité complexe et diversifiée. Les vallées de l'Huisne moyenne rassemblent des secteurs où les réseaux de haies sont denses. Les vallées du bassin de l'Huisne sont traditionnellement caractérisées par la polyculture, associant herbe et cultures et l'élevage surtout du cheval Percheron. Mais depuis les années 1920 et le déclin de cet élevage du cheval, puis avec la progression de la céréaliculture (Atlas du Perche, 2000), les surfaces en prairies ont régulièrement régressé passant de 41 % en 1984 à 33 % en 2003. Dans certains secteurs, plus particulièrement à l'amont de l'Huisne, elles n'occupent plus que les fonds de vallée.

Les paysages des affluents de l'Huisne en aval de Nogent-le-Rotrou (Maroisse, Chèvre, Erre, etc.) et ceux des affluents de la Cloche ont subi des transformations d'un autre type : ce sont ici les cultures, souvent de maïs, qui ont conquis l'espace des vallées, allant souvent jusqu'à occuper les berges elles-mêmes, ne laissant parfois subsister ni ripisylve ni prairies aux abords de l'eau (Atlas du Perche, 2000). Certaines vallées ont évoluées, de « vallées herbagères ou boisées » en 1984 elles sont devenues « cultivées » en 2003 (Merdereau, Morte Parence, Cloche moyenne, Chippe). L'analyse montre que, pour la plupart des valeurs paysagères concernées, les dynamiques d'évolution à l'œuvre conduisent à une simplification de l'espace. Cette simplification est largement liée aux évolutions puissantes de l'agriculture, par diminution du nombre des exploitations et l'agrandissement de leur taille.

#### **10.8.5. Les vallées du bassin de l'Oudon**

Elles offrent des paysages peu variés.

Concernant l'urbanisme, ces vallées connaissent une pression urbaine importante dans les tronçons de l'Oudon aval. Le développement urbain se caractérise par une tendance à la recentralisation. C'est le cas des agglomérations telles Craon et Renazé qui procèdent peu à peu à une revalorisation d'un patrimoine architectural important (Atlas de la Mayenne, 1999).

Concernant les boisements, 5% de la surface de la vallée est couverte de bois et forêts (en 2003). Les vallées de l'Oudon ont des paysages ouverts se caractérisant par des arbres isolés, ou des bosquets non reliés à une trame végétale existante. Parallèlement, les boisements, notamment de peupliers, tendent à se multiplier au niveau de la vallée du Chéran mais aussi sur les coteaux. En plus, les spécificités des paysages de la vallée de l'Oudon tendent à s'estomper au fur et à mesure que les peupliers sont introduits (banalisation et uniformisation des ambiances rencontrées) (Atlas de la Mayenne, 1999).

Concernant les espaces agricoles, les vallées du bassin de l'Oudon sont souvent occupées par des cultures. Les parcelles agricoles ont toujours été de plus grande taille qu'ailleurs. Le bocage a globalement été fortement « dé-densifié » ; associée au relief plutôt plat cela pose des problèmes d'intégration des constructions récentes (surtout lorsque celles-ci sont soulignées par des haies monospécifiques de conifères), des infrastructures ou encore des équipements compte tenu de l'ouverture visuelle importante (Atlas de la Mayenne, 1999). Malgré cela, certains tronçons « herbagers » ont évolué vers le « bocager », par exemple : les vallées herbagères en 1984 devenues bocagères en 2003 dans l'Araize aval, le Chéran amont et l'Hière. A l'inverse, certains tronçons « herbagers » ont évolué vers le « cultivé ». Ont mutées de « vallées herbagères » en 1984 vers « cultivées » en 2003 l'Oudon amont, les vallées du Cossé et de l'Hommée.

#### **10.8.6. Les vallées du bassin de la Maine aval**

En lien avec la proximité d'Angers, les vallées du bassin de la Maine aval connaissent une forte pression urbaine.

Concernant les boisements, malgré des surfaces forestières restées stables entre 1984 et 2003, la distribution de ces surfaces a changé. Nous trouvons que les bois ont augmenté dans la vallée du Boulet qui était cultivée en 1984 et devenue boisées en 2003.

Concernant les espaces agricoles, nous constatons que les prairies permanentes ont régressé au profit des surfaces bâties et des nouvelles constructions.

#### **Conclusion du Chapitre 10**

L'évolution des paysages de vallée a montré une grande différence du changement ayant affecté en 20 ans, les sous bassin versants de la Maine mais aussi les tronçons des vallées principales et ceux des vallées secondaires. D'une part, nous constatons que l'influence des facteurs morphologiques est forte sur l'évolution d'occupation du sol. Les surfaces boisées et bocagères ont progressé dans les tronçons de vallées en gorges et très encaissées au détriment des surfaces cultivées. Du fait de la mécanisation, les agriculteurs ne trouvent pas d'intérêt à exploiter des espaces qui ont des caractéristiques morphologiques complexes. Par contre, nous trouvons que les surfaces cultivées ont été développées dans les tronçons des vallées intermédiaires et indistinctes au détriment des surfaces en herbe.

La dimension temporelle permet aussi de mettre en évidence le poids de la diversité des paysages de vallée dans l'évolution de l'occupation du sol. Les paysages des gorges boisées, comme ceux des basses vallées sont marqués par le maintien de leurs fonctions au fil du temps (Figure 10.49). Les tronçons des vallées intermédiaires encaissées et des vallées intermédiaires sont les tronçons les plus soumis aux changements. Nous constatons que les tronçons bocagers et boisés ont progressé dans les vallées intermédiaires encaissées (B) au détriment des surfaces cultivées et des surfaces en prairies.

Nous trouvons que les tronçons cultivés et bocagers ont progressé dans les vallées intermédiaires (C) au détriment des surfaces herbagères. Les caractéristiques morphologiques des vallées intermédiaires (comme l'entendue des fonds) contribuent à la transformation des occupations du sol. Nous constatons que si les fonds sont larges, les tronçons sont soumis à de grands changements, cela s'explique par le poids des conditions naturelles, en particulier de la topographie qui fournit des prédispositions importantes pour certaines activités. Enfin, nous constatons que les vallées du Loir, de l'Huisne et de l'Oudon ont gardé des paysages singuliers entre 1984 et 2003, tandis que les vallées de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval ont perdu ses singularités par rapport des milieux environnants.



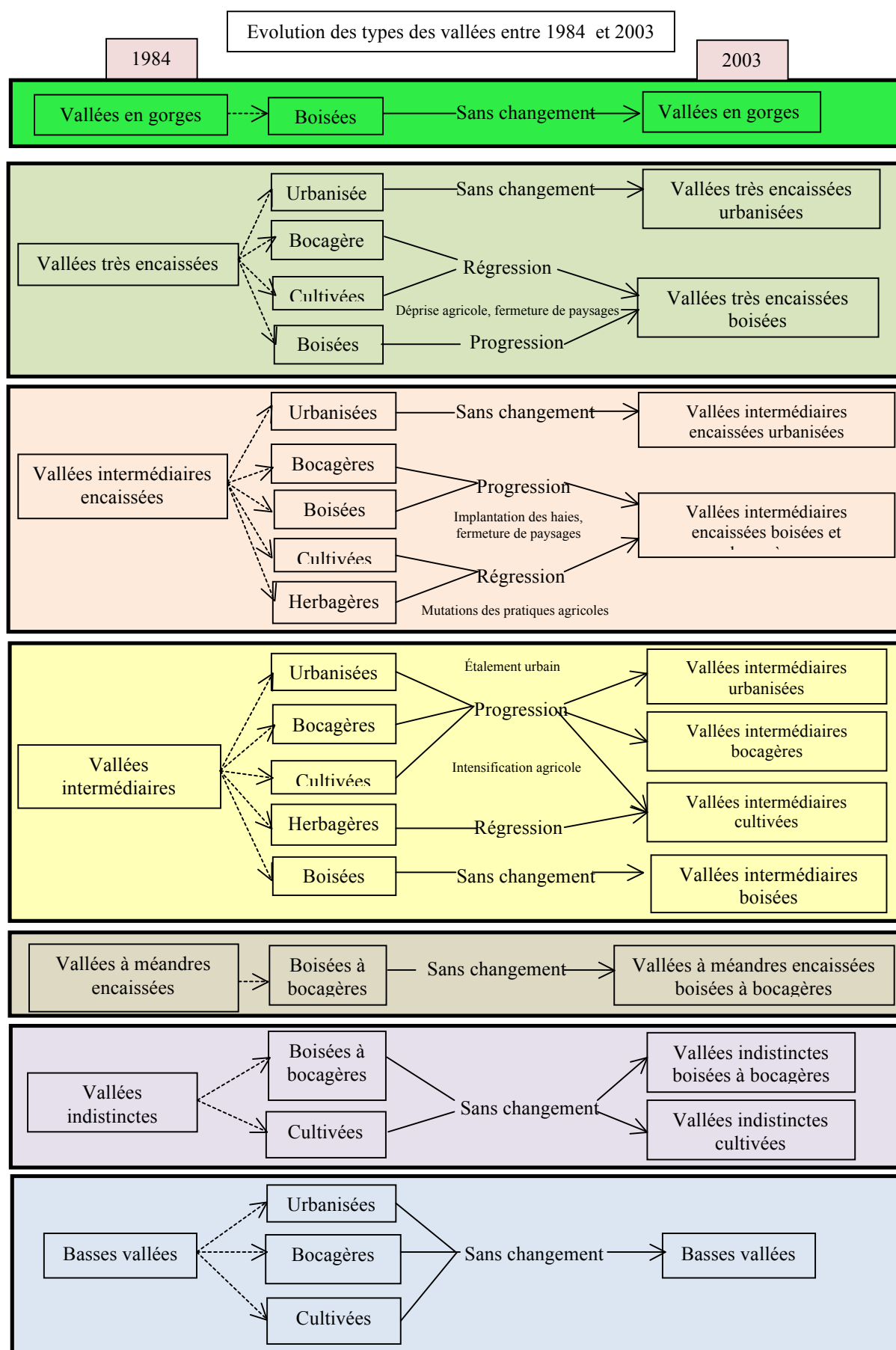


Figure 10.49- Trajectoires des évolutions des types de vallée entre 1984 et 2003.

## **Conclusion de partie IV : Analyse diachronique et identification des enjeux des paysages des vallées**

Les paysages de vallée sont en général remarquables et particulièrement « fragiles » d'autant plus qu'ils évoluent rapidement. Confrontés à des processus globaux de la dynamique des paysages de vallée, les espaces de vallée présentent des enjeux paysagers (Figure 10.50). Les surfaces bâties sont concentrées le long des cours d'eau surtout dans les vallées larges. D'une part, nous trouvons que l'étalement urbain est très faible dans certains tronçons quand les vallées sont à dominante en cultures (par exemple : tronçons de vallée à l'est du Loir), ce qui conduit à la marginalisation progressive de ces vallées. D'autre part, l'implantation de nouveaux bâtis diffère d'un tronçon à un autre suivant les contraintes du relief, les caractéristiques physiques et l'organisation paysagère de l'espace interne à la vallée. Ces différences montrent le degré de singularité de chaque vallée. Des lotissements et des mitages sont installés sur les versants dans les vallées urbanisées, ce qui conduit à la décentralisation urbaine et ainsi l'augmentation de diffusion des surfaces bâties. Ce phénomène est très clair autour des grandes agglomérations (comme Le Mans, Angers et Laval). A l'inverse, dans les petites vallées, les bâtis sont groupés. Malgré que les caractéristiques physiques jouent un rôle important dans l'étalement urbain, l'attractivité des espaces de vallée, la présence des cours d'eau, et des prix de fonciers, renforcent l'étalement urbain dans les vallées.

La cartographie de la dynamique paysagère révèle une différence dans le degré de la transformation des fonds de vallées d'une part, des versants d'autre part. Les contraintes liées aux caractéristiques physiques de ces espaces s'expriment dans le choix des modes de mises en valeur agricole ou d'abandon et ainsi dans l'organisation paysagère. Le développement technique et socio-économique influence l'identité et la fonction de paysages de vallée. Ce progrès entraîne une transformation des espaces de vallée. Les fonds de vallée sont à vocation herbagères bien que les surfaces cultivées ont progressé dans ces espaces. Dans certaines vallées, la déprise agricole, l'abandon des systèmes hydrauliques et les caractéristiques de relief contribuent au maintien des prairies dans les fonds de vallée. Ailleurs, l'occupation des fonds de vallée est convertie en labours quand les fonds sont larges. Sur les versants et dans la plupart des vallées, les agriculteurs ont exploité ces espaces en labours, sauf sur les versants raides, dont les contraintes topographiques ne permettent pas de les exploiter. Dans ce cas, les versants sont considérés comme des espaces marginaux dans les systèmes agricoles intensifs et les agriculteurs laissent ces espaces aux bois ou aux vergers. Les versants insérés dans des paysages de grandes cultures ou dans les vallées encaissées sont menacés d'abandon des activités agricoles comme les vallées indistinctes cultivées à l'est du Loir, dont les prairies ont progressé sur les versants.

La déprise agricole a été constatée dans les tronçons en gorges où les parcelles sont très pentues ou difficiles d'accès. En revanche, des nouvelles fonctions ont été constatées, dans les vallées de l'Oudon, par exemple, où les surfaces cultivées ont progressé au détriment des surfaces en herbe et ici les zones environnantes jouent un rôle très important dans la transformation des fonctions de certains tronçons.

Dans certains tronçons comme les basses vallées, la fonction écologique et hydraulique attribuée à ces espaces leur donne un statut de patrimoine à conserver. Le maintien de ces espaces est motivé par une volonté de patrimonialisation écologique (ZNIEFF) ou paysagère pour préserver des zones en prairies humides et ainsi pour mettre en place un équilibre entre identité et modes de gestion de ces espaces.

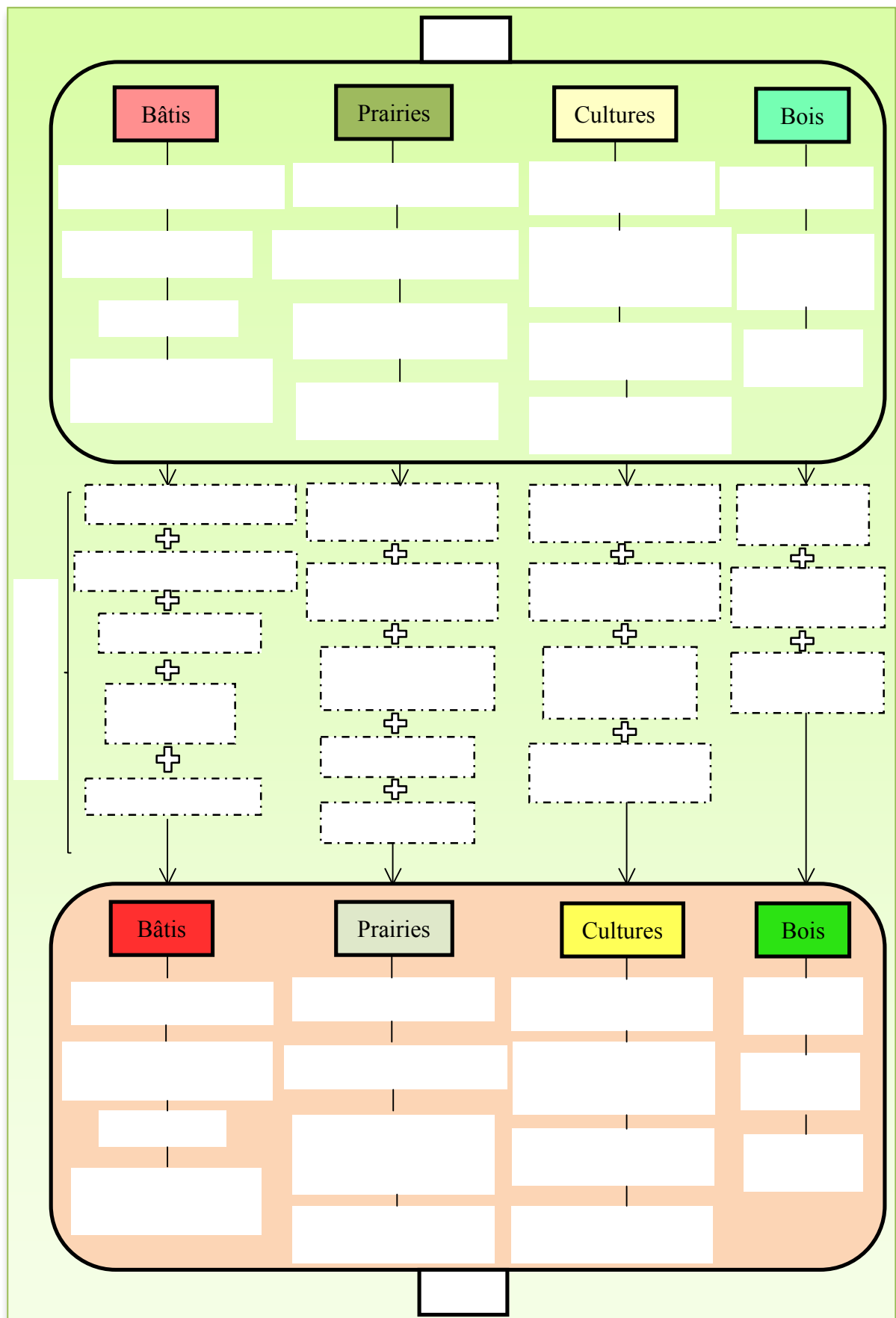


Figure 10.50- Dynamiques de vallées du BV de la Maine entre 1984 et 2003.

L'analyse diachronique aux unités différentes (sous bassin et vallée) met en évidence le degré des transformations des paysages et permet de comparer l'évolution des paysages de vallée par sous bassin versant. Les surfaces en herbe ont régressé dans le bassin versant du Loir, par exemple, mais à l'échelle de vallée, nous trouvons que les prairies ont progressé. Ce phénomène explique les trajectoires des changements adoptées par des acteurs participant à la gestion et à l'aménagement de ces paysages.

Pour finir, les vallées intermédiaires sont les vallées les plus soumises aux changements. En revanche, les vallées remarquables (Gorges, vallées très encaissées et les basses vallées) sont les vallées les moins touchées par les changements. Ainsi, les plus grands changements s'observent dans les vallées ordinaires, ce qui pose des questions sur les politiques publiques qui gèrent les espaces de vallée. L'analyse diachronique met en évidence les liens entre les types morphologiques et le degré des changements des couvertures d'occupation du sol. Enfin, la détection des changements par type de vallée met en avant l'intérêt de combinaison d'approches morphologiques et d'approches d'occupation du sol pour montrer l'influence des conditions naturelles des paysages de vallée à l'évolution de l'occupation du sol.

## **Conclusion générale**

### **Les apports de la démarche de caractérisation des paysages**

Cette recherche menée sur la cartographie des paysages de vallées a permis de développer des méthodes originales de traitement des données, en lien avec des objectifs que nous nous étions fixés. Les apports principaux de ce travail de recherche se situent à deux niveaux : l'un est la formalisation d'une démarche de caractérisation des paysages de vallée et l'autre consiste en l'étude diachronique des paysages. La première contribution de ce travail est la proposition d'une méthodologie de caractérisation du paysage pour reconnaître l'état actuel des paysages de vallées du bassin versant de la Maine à l'aide des outils géomatiques. La caractérisation des paysages de vallée exige une connaissance précise des caractéristiques morphologiques qui déterminent les phénomènes s'inscrivant sur ces espaces.

La démarche proposée repose sur un cadre théorique, afin de définir le concept de paysage et de distinguer les démarches de diagnostic de paysage. Une présentation générale des différents types de diagnostics territoriaux indique des principes généraux communs, qui font l'objet d'une description des composantes du paysage. Le diagnostic paysager que nous avons réalisé repose sur trois phases. La première a eu pour objectif de caractériser le paysage de vallée à l'échelle régionale. La deuxième a consisté en la réalisation d'une typologie des paysages de vallées. Enfin, l'analyse de dynamique de paysages a mis en évidence les variabilités spatiales de leurs évolutions.

La caractérisation de paysages de vallées et la réalisation de types des paysages de vallées reposent sur l'approche morphologique et des indicateurs d'occupation du sol. Chaque approche est basée sur des étapes structurées successivement. Avant tout, l'identification d'objet d'étude (vallée) constitue une étape principale fondée sur un traitement expérimental à partir du MNT. En effet, la méthode automatique de traitement du MNT a permis de définir des contours des vallées, mais l'expertise reste essentielle dans la détermination et la validation de ces contours. Les images satellites (Landsat ETM+, résolution spatiale de 30 m) permettent d'identifier la distribution, l'organisation et la forme des couvertures d'occupation du sol à l'échelle de tronçons en relation avec les zones environnantes. Une extraction des indicateurs paysagers a conduit à définir la singularité et la diversité des paysagers de vallées. Enfin, une typologie des différents éléments du paysage a été construite. L'utilisation de deux approches (morphologique et occupation du sol) a ainsi permis de montrer la diversité des paysages de vallées et de révéler leur singularité (Germaine, 2009).

Les résultats de la caractérisation des paysages de vallées à partir de l'approche morphologique mettent en évidence la diversité des types de vallées dans le bassin versant de la Maine, en soulignant l'importance de l'étape d'extraction des limites de vallées dans la caractérisation des paysages de vallées. 11 types de vallées du bassin de la Maine ont été identifiés en fonction des variables morphologiques. Les résultats montrent le poids des vallées intermédiaires, car dans les études géographiques « classiques », ces vallées banales sont négligées par rapport aux grandes vallées, bien que les vallées intermédiaires représentent 88 % de vallées du bassin versant de la Maine.

Le résultat de la typologie de paysages de vallées indique une relation entre les types morphologiques et les types d'occupation. Par exemple, les vallées en « gorges » sont boisées (Alpes mancelles) ; les « basses vallées » sont dominées par les prairies permanentes (Basses Vallées Angevines) car elles sont inondables.



## **Les apports géomatiques dans la démarche de caractérisation des paysages**

La caractérisation du paysage dépend non seulement des moyens disponibles, mais aussi de la nature des données utilisées pour appréhender le paysage (Lonergan et al., dans: Meyer et Turner, 1994). La validité de la typologie des paysages de vallées dépend de la validité des modèles proposés, ainsi que de la qualité et de la pertinence des données descriptives des composantes paysagères. La caractérisation et l'évolution du paysage nécessitent une connaissance aussi fidèle que possible du paysage et la production d'une information fiable. Il faut souligner l'apport important de la télédétection qui permet d'avoir des données spatialisées, informatives et exhaustives, mais qu'il est nécessaire de préparer et prétraiter afin de répondre spécifiquement au but de cartographie des paysages. Les images satellites de moyenne résolution spatiale permettent de définir de typologie précise et d'avoir une connaissance fine et approfondie des paysages de vallées.

La télédétection est une des sources d'information importantes en vue de détecter, identifier, localiser et mesurer un certain type d'information. L'analyse des apports de l'outil géomatique dans l'analyse du paysage a montré l'importance de la télédétection pour la cartographie, l'identification du paysage mais aussi la définition des typologies spatiales. Par ailleurs, la télédétection et les systèmes d'information géographique ont contribué à l'étude diachronique du paysage. La télédétection et le SIG sont utilisés pour traduire d'une part la diversité de la réalité paysagère et d'autre part la singularité des paysages de vallées.

Les outils de la télédétection et les SIG nous ont permis de mesurer des variables à l'échelle considérée. Les données extraites du MNT et des images satellites (Landsat) servent à analyser la structure du paysage de vallée et à cartographier les caractéristiques des paysages de vallées. L'utilisation des images Landsat est pertinente dans la cartographie des vallées, et avec les résultats de la typologie, nous avons pu démontrer la capacité de ces images à servir l'analyse des caractéristiques des vallées, afin de réaliser un état de lieux précis. Etant donnée la grande extension de la zone d'étude, les images Landsat gratuites représentent un outil d'autant plus intéressant. Mais la vérification des résultats de la typologie des paysages de vallées sur le terrain est essentielle pour valider la typologie, cette vérification nécessite du temps.

## **Les apports de la typologie des paysages des vallées du bassin de la Maine**

Les approches quantitatives sont utilisées pour produire des indicateurs décrivant la morphologie et l'occupation du sol des paysages de vallée. Ces indicateurs contribuent à la définition des unités paysagères et à la comparaison dynamique des paysages de vallées. D'autre part, la quantification des types des paysages de vallées permet de mettre en avant les spécificités de celles-ci, et d'identifier les enjeux paysagers.

Les tronçons des paysages de vallées constituent des entités paysagères. Ils sont caractérisés par leur nature morphologique et par une distribution des couvertures d'occupation du sol. Dans de nombreux tronçons, les prairies dominent les fonds de vallée et les bois recouvrent les versants abrupts. D'autres présentent une dominante de grandes cultures comme à l'Est du bassin versant du Loir. Ils révèlent fréquemment une spécificité paysagère qui les distingue des espaces environnants, comme les ripisylves qui accompagnent souvent les cours d'eau. De même, ils sont caractérisés par une plus forte emprise urbaine que les zones qui les environnent, ce qui atteste leur attractivité. Les tronçons des basses vallées angevines (section aval de la Sarthe, de la Mayenne et du Loir) mais aussi la vallée de la Sarthe à la sortie du

Mans constituent des paysages de vallées remarquables comme le sont également les tronçons en gorges boisés et très encaissés des Alpes Mancelles. Entre ces types remarquables, les tronçons des vallées intermédiaires révèlent la grande complexité des vallées les plus présentes dans le bassin versant de la Maine. Ces vallées sont caractérisées par des couvertures végétales complexes où aucune classe ne domine véritablement. Dans toutes les vallées du bassin versant de la Maine, des motifs sont toujours présents comme les prairies vouées à l'élevage qui couvrent souvent les fonds des vallées. Les peupleraies sont des motifs communs à l'ensemble des vallées quelle que soit leur morphologie ou la distribution de leur occupation du sol.

Par ailleurs, les types des paysages des vallées révèlent la diversité de ces vallées entre les principaux cours d'eau. Dans le bassin versant de la Mayenne, les vallées encaissées bocagères sont dominantes. A l'inverse dans l'est du bassin versant du Loir, ce sont les vallées indistinctes cultivées qui dominent. Le bassin versant de la Sarthe comprend des paysages mixtes et divers entre les vallées encaissées boisées à bocagères, les vallées intermédiaires urbanisées et cultivées et les basses vallées urbanisées, bocagères et cultivées.

La typologie des paysages des vallées a mis en évidence le degré de singularité des vallées par rapport aux milieux environnants. Les contrastes les plus grands concernent les vallées gorges, les vallées indistinctes cultivées et les basses vallées.

Enfin, la typologie permet d'identifier des zones variées aux vocations très différentes : urbaines, agricole et boisées. Elle met en lumière des zones d'enjeux variables : forte emprise urbaine, dominance des cultures dans un certain nombre des vallées, déprise dans d'autres et fermeture des paysages.

Au final, la comparaison du résultat de la typologie des vallées avec l'atlas des paysages a permis de valider les types des vallées. Notre diagnostic contribue à construire une base de références pour évaluer l'état des paysages de vallées en soulignant leur structure et leur organisation. Ce diagnostic peut servir à répondre aux interrogations des acteurs, des gestionnaires, des élus et des agriculteurs autour de la composition et la structure des paysages de vallées.

## **Les apports de dynamique des paysages des vallées du bassin de la Maine**

Ce travail avait pour objectif de déterminer la dynamique paysagère des vallées de 1984 à 2003, à partir d'une chaîne d'indicateurs paysagers déterminés à plusieurs niveaux de référence. La démarche d'étude diachronique proposée montre comment ces niveaux s'articulent. Le premier est le bassin versant. Il fournit une vision d'ensemble des paysages dans un contexte élargi, en faisant ressortir les changements auxquels ils sont soumis et la manière dont ces changements se traduisent. Nous déterminons ainsi l'état global des paysages qui englobent les vallées. Un deuxième niveau est celui des tronçons de vallée. Il permet par type, de mesurer des changements paysagers.

Les espaces de vallée présentent des enjeux paysagers importants. Les pressions anthropiques ont modifié la composition et la structure spatiale du paysage. Les surfaces bâties sont concentrées le long des cours d'eau, surtout dans les vallées larges. A contrario, l'étalement urbain est très faible dans la plupart des autres tronçons surtout quand elles sont à dominante de cultures (par exemple : tronçons de vallée à l'est du Loir). Cela conduit à les déconnecter des espaces environnants et à la marginalisation progressive de ces vallées.

La cartographie de la dynamique paysagère révèle une différence dans le degré de la transformation des fonds de vallées d'une part, des versants d'autre part. Les contraintes liées aux caractéristiques physiques de ces espaces s'expriment dans le choix des modes de mise en valeur agricole ou d'abandon et ainsi dans l'organisation paysagère. Le développement technique et socio-économique influence les caractéristiques et la fonction des paysages de vallée :

- Les fonds de vallée sont souvent à vocation herbagère bien que les surfaces cultivées ont progressé dans ces espaces. Dans certaines vallées, la déprise agricole, l'abandon des systèmes hydrauliques (Patra, 2012) et les caractéristiques de relief contribuent au maintien des prairies. Ailleurs, les fonds de vallée sont convertis en labours quand leur fond est assez large.
- Les versants de la plupart des vallées ont été exploités en labours, sauf sur les versants les plus raides. Les contraintes topographiques qui ne permettent pas de les exploiter favorisent leur exclusion des systèmes agricoles intensifs ; les agriculteurs les laissent alors aux bois ou parfois aux vergers.

La déprise agricole a été constatée dans les tronçons en gorges où les parcelles sont très pentues ou difficiles d'accès. En revanche, des nouvelles fonctions ont été constatées : dans les vallées de l'Oudon par exemple, où les surfaces cultivées ont progressé au détriment des surfaces en herbe, ici les zones environnantes jouent un rôle très important dans la transformation des fonctions de certains tronçons.

Dans certains tronçons comme les basses vallées, la fonction écologique et hydraulique attribuée à ces espaces leur donne un statut de patrimoine à conserver. Le maintien de ces espaces est motivé par une volonté de gestion conservatoire permettant de protéger leurs atouts écologiques (ZNIEFF) et/ou paysagers. Ce sont des zones en prairies humides identifiées au plan européen. Ces vallées présentent ainsi des paysages préservés qui n'évoluent que très lentement.

Les vallées intermédiaires sont les vallées les plus soumises aux changements. Cela permet de souligner l'intérêt de l'analyse diachronique qui met bien évidence les liens entre les types morphologiques et degré des changements des couvertures d'occupation du sol.

L'évolution des paysages de vallée a montré une grande différence du changement entre les tronçons de vallée principales et ceux des vallées secondaires, et entre les sous bassins versants. L'influence des facteurs morphologiques est forte sur l'évolution d'occupation du sol. Les surfaces boisées et bocagères ont progressé dans les tronçons de vallée en gorges et très encaissées au détriment des surfaces cultivées. Du fait de la mécanisation, les agriculteurs ne trouvent pas d'intérêt à exploiter des espaces qui ont des caractéristiques morphologiques qui les rendent difficiles. Par contre, nous trouvons que les surfaces cultivées ont été développées dans les tronçons des vallées intermédiaires et indistinctes au détriment des surfaces en herbe.

La dimension temporelle permet aussi de mettre en évidence le poids de la diversité des paysages de vallée dans l'évolution de l'occupation du sol. Les paysages des gorges boisées, comme ceux des basses vallées sont marqués par le maintien de leurs fonctions au fil du temps. Les tronçons des vallées intermédiaires encaissées et des vallées intermédiaires sont les tronçons les plus soumis aux changements. Les tronçons bocagers et boisés ont progressé dans les vallées intermédiaires encaissées (B) au détriment des surfaces cultivées et des surfaces en prairies ; les tronçons cultivés et bocagers ont progressé dans les vallées intermédiaires (C) au détriment des surfaces herbagères. Les caractéristiques morphologiques des vallées intermédiaires contribuent à la transformation des occupations du sol. Ainsi, là où les fonds sont larges, les espaces sont fréquemment soumis à de grands changements. Les conditions naturelles, en particulier la topographie constituent des prédispositions importantes

pour certaines activités. Enfin, nous constatons que les vallées du Loir, de l'Huisne et de l'Oudon ont gardé des paysages singuliers entre 1984 et 2003, tandis que les vallées de la Sarthe, de la Mayenne et de la Maine aval ont perdu leurs singularités par rapport aux milieux environnants.

Ainsi, ce travail propose une nouvelle méthode pour mesurer des changements à travers des types de paysages de vallées et des indicateurs paysagers.

## **Les Perspectives**

Les recherches que nous avons réalisées ouvrent de nombreuses pistes qui mériteraient d'être exploitées.

1. Nos résultats permettent d'abord de décrire les espaces qui composent les vallées. Leurs explications n'ont été que peu abordées et pourront constituer la suite de cette recherche. Il faut rappeler que celle-ci a surtout contribué à mettre en place une méthode d'analyse et de traitement de données extraites de documents divers sous SIG en vue de leur cartographie. Les documents élaborés dans cette thèse répondent à cette première exigence.
2. Il conviendrait de s'interroger sur le rôle des politiques publiques dans l'évolution des paysages de vallées. Le diagnostic des paysages de vallées mériterait d'être complété par une étude des caractéristiques socio-économiques de ces espaces. La présente méthode de caractérisation des paysages est un premier pas pour aider les acteurs à élaborer des stratégies de développement territorial. Il conviendrait de comprendre comment ces résultats peuvent s'insérer dans un processus de prise de décision par des acteurs territoriaux.
3. Un autre cadre dans lequel la démarche envisagée peut prendre place est celui de l'évaluation des atteintes au paysage de vallée reliées à de nouvelles aménagements ou activités, dans le cadre d'études d'impacts sur l'environnement avec notamment des analyses de visibilité.
4. Des indicateurs complémentaires peuvent être produits pour caractériser la structure du paysage. Les indicateurs paysagers en écologie du paysage permettent de comprendre le fonctionnement des écosystèmes et l'organisation territoriale et de mettre en évidence la relation entre activité humaine, structure du paysage, et processus du changement. L'intérêt écologique des vallées est multiple avec l'alternance de biotopes variés (ruisseau, plan d'eau, prairie, boisement,...). Le développement de l'urbanisation, l'agriculture intensive, et l'essentiel des activités humaines se fait au détriment des zones naturelles qui subissent de profondes modifications, voire disparaissent. Il est envisageable de mettre en évidence la diversité des impacts des activités humaines sur cet environnement. Il s'agirait de mettre en évidence les enjeux patrimoniaux, liés à la richesse faunistique et floristique des vallées (par exemple des zones humides) et l'influence des activités humaines sur les fonctions écologiques. Cette problématique mériterait une réflexion plus approfondie sur la biodiversité des vallées et leur évolution. Il importe en effet que les vallées fassent l'objet d'analyses complémentaires sur la biodiversité qu'elles recèlent et les services environnementaux qu'elles rendent.

Ainsi l'objectif de produire une connaissance référentielle et de dégager des types de paysages de vallées dans le bassin de la Maine est partiellement atteint. Nous espérons avoir montré qu'il est important de travailler à une échelle la plus fine (tronçons de vallées) pour représenter le paysage de manière plus approfondie.

## **Références bibliographiques**

### **(A)**

Agence Bosc et Pigot, Agence Vu d'ici, Bruno Duboc, Laboratoire de géographie de l'université d'Angers. 2003. *Atlas des paysages de Maine-et-Loire*. DIREN Pays-de-la-Loire, DDE 49, CG 49, p. 205 .

Agence Bosc et Pigot. 2001. *Etude des paysages de l'Indre-et-Loire*. DIREN Centre, DDE 37.

Agence Folléa Goutier. 2000. *Atlas des paysages du Parc naturel régional du Perche, Diagnostic et orientations*. Parc naturel régional du Perche.

Agreste. 2003. *Service central des Enquêtes et Etudes statistiques*. ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et des Affaires Rurales, <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>.

Agropolis. 2010. Information spatiale pour l'environnement et les territoires. *les dossiers d'AGROPOLIS international*, n° 9, p. 68.

Ambroise, R, Bonneaud, F et Brunet-Vinck, V. 2000. *Agriculteurs et paysages: dix exemples de projets de paysage en agriculture*. Dijon : Educagri Editions, p. 210.

Amoros, C, Bravard, J P, Reygrobellet, J L, Pautou, G et Roux, A L. 1988. Les concepts d'hydrosystème et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écosystèmes. *Bulletin d'écologie*, n°19, pp. 531-546.

Amoros, C et Petts , G E. 1993. *Hydrosystèmes fluviaux*. Paris : Masson, p. 300 .

AmUrba. 2003. *Le portail de l'aménagement et de l'urbanisme*. Glossaire, page consultée le 11 Octobre 2010. <http://membres.lycos.fr/amurba/>.

Arnaud, J L. 2008. *Analyse spatiale, cartographie et histoire urbaine. Collection Parcours méditerranéens*. Editions Parenthèses-MMSH, p. 233.

Aronoff, S. 1991. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa : Wdl Pubns, p. 294 .

ARPE. 2002. *Le diagnostic territorial au regard du développement durable*. Toulouse: ARPE.

Ashbindu, S. 1989. Digital Change Detection Techniques Using Remotely-Sensed Data. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 10, n° 6, pp. 989-1003.

Avocat, C. 1982. Approche du paysage. *Revue de géographie de Lyon*, vol. 57, n° 4, pp. 333-342 Histoire et sémantique.



**(B)**

Ballais, J L. 1990. A propos de la méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables. *Revue d'Analyse Spatiale quantitative et appliquée*, 38-39, pp. 153-155.

Band, L E. 1986. Topographic partition of watersheds with digital elevation models. *Water Resources Research*, n°22(1), pp. 15–24.

Bardinet, C. 1994. Télédétection de l'aridité et de l'environnement en Afrique du Sahara au Sahel. *Revue de géomorphologie dynamique*, paris, t. XLIII, n° 1, pp. 09-22.

Beck, T et Corbonnois, J. 2003. Secteurs homogènes sur la Moselle amont ; méthode de découpage. *Mosella*. tome 27, n° 1-2.

Bernstein, L S, Adler-Golden, S M, Sundberg , R L et Ratkowskib, A J. 2008. *In-scene-based atmospheric correction of uncalibrated VISible-SWIR (VIS-SWIR) hyper- and multispectral imagery* *Spectral Sciences*. SPIE Proceeding, Europe Security and Defense, Remote Sensing.

Berque, A. 1991. *La Transition paysagère comme hypothèse de projection pour l'avenir de la nature*. In Maîtres & Protecteurs de la nature RA e. G.F. Seyssel: Champ Vallon, pp. 217-237.

Bertrand, G. 1968. Paysage et géographie physique globale – esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, vol. 39, n° 3, pp. 249-272.

Bertrand, G. 1978a. Le paysage entre la Nature et la Société. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. tome 49, fasc. 2, avril, pp. 239-258.

Bertrand, G. 1991. La nature en géographie : un paradigme d'interface, p. 16.

Bertrand, G. 1992. *L'irruption du sensible dans les politiques de développement et d'aménagement, Le paysage : patrimoine et enjeux de développement*. l'Environnement magazine, pp. 18-20.

Blanc, Ph. 1999. *Développement de méthodes pour la détection de changement*. Ecole des mines de paris spécialité "informatique temps réel – automatique – robotique.

Bonn, F et Rochon, G. 1992. *Précis de télédétection. : Principes et méthodes*. Presses de l'Université du Québec.Sillery, vol. 1, p. 485.

Bonn, F. 1994. *Télédétection de l'environnement dans l'espace francophone*. Presse de l'université du Québec, p. 532.

Bontemps, S. 2004. *Cartographie et interprétation de l'évolution du développement territorial par télédétection spatiale au Cambodge*. Mémoire de fin d'études de la faculté des Sciences Agronomiques, UCL, Louvain-La-Neuve, p. 111.

Bontron, J C, Luginbuhl , Y et Cros, Z. 1991. *Méthodologie pour l'identification et la typologie des paysages*. ministère de l'Équipement. DAU, SEGESA, CNRS-STATES, p. 130.

Bravard, J P et Petit, F. 2000. *Cours d'eau*. Armand Colin, 2000. p. 192.

Bravard, J P et Magny, M (dir.). 2002. Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans. *M. Campy, Bulletin de la Société préhistorique française*, vol. 100, n° 2, p. 413.

Brierley, J G, Fryirs, K et Jain, V. 2006. Landscape connectivity: The geographic basis of geomorphic applications. *Area*. 2006, vol. 38.2, pp. 165-174.

Brossard, T et Wieber, J C. 1984. Le paysage, trois définitions; un mode d'analyse et de cartographie. *L'Espace Géographique*, n°1, pp. 5-12.

Brossard, T et Joly, D. 1988. Contribution à l'étude du paysage visible. Gestion informatique et traitement des données. *Cahiers de géographie de Besançon. Séminaires et notes de recherche*. n°29, pp. 179-191.

Brossard, T, Joly, D et Pierret, P. 1993. Déprise agricole et fermeture des paysages. *Mappemonde*, 3, pp. 17-21.

Brossard, T, Joly, D, Laffly, D, Vuillod, P et Wieber, J C. 1994. Pratique des systèmes d'information géographique et analyse des paysages. *Revue internationale de géomatique*, n°4(3-4), pp. 243-256.

Brunet, P. 1992. *Atlas des paysages ruraux de France*. J.-P. de Monza, p. 200 .

Brunet, P. 2001. *Inventaire régional des Paysages de Basse-Normandie*. DIREN, Conseil Régional de Basse-Normandie, p. 871.

Burel, F et Baudry, J. 2000. *Ecologie du paysage, concepts, méthodes et applications*. Technique et Documentation Lavoisier, p. 359.

Burrough, P A et McDonnell, R A. 1998. *Principles of geographical information systems*. Oxford : Oxford University Press, p. 332 .

## (C)

Cain, D H, Riitters, K et Orvis, K. 1997. A multi-scale analysis of landscape statistics. *Landscape Ecology*. 1997, vol. 12, pp. 199-212.

Caloz, R et Collet, C. 2001. *Traitements numériques d'images de télédétection. Précis de Télédétection*. Presses de l'Université du Québec/AUF, vol. 3, p. 386.

Carluer, N et Gascuel, C. 2009. *Influence des éléments du paysage sur les transferts de l'eau et des polluants associés dans un bassin versant sur socle. Bilan des connaissances applicables dans le contexte pédoclimatique breton*. Bretagne : Agro-transfert.

CAUE Loir-et-Cher, DIREN Centre. 2009. *Atlas des paysages du Loir-et-Cher*.

CERESA, Atelier TRIGONE. 1999. *Atlas des paysages du département de la Mayenne*. DIREN Pays-de-la-Loire, DDE 53, pp. 4 tomes, 74 p. + 125 p. + 66 p. + 83 P.

CERESA. 2005. *Atlas des paysages de la Sarthe*. Conseil général de la Sarthe, DDE de la Sarthe, DIREN Pays de la Loire.

Certu. 2003. *Le diagnostic territorial: outil de l'action publique. Diagnostics de territoires et systèmes d'acteurs*. Lyon, p. 69.

Chambre d'agriculture région Centre. 2009. *Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles (ibis)*, p. 182.

Chander, G et Markham, B. 2009. *Revised Landsat 5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges*. <http://landsat7.usgs.gov/documents/L5TMCa12003.pdf>.

Chazelle, C et Boëmare, A. 2001. *Atlas des paysages de l'Indre*. DIREN Centre, DDE 36.

Che, X. 2005. *Extraction et reconstruction du réseau hydrographique à partir du modèle numérique de terrain*, Thèse de doctorat, Université de la Méditerranée Aix-Marseille II, p. 129.

Chételat, J. 2005. *Eléments méthodologiques de diagnostic paysager utilisant les systèmes d'information géographique*. Thèse de doctorat, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, p. 302.

Chopping, M et Haines, R H. 1997. Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes. *Progress in Physical Geography*, vol. 20, pp. 418-445.

Civco, D L et Hurd, J D. 1991. *Multitemporal multisource land cover mapping for the State of Connecticut*. Atlanta : Proceedings of the 1991 Fall Meeting of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 141-151.

Civco, D L, Hurd, J D, Wilson, E H, Song, M et Zhang, Z. 2002. *A comparison of land use and land cover change detection methods*. Washington : Proceedings of the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing Annual Convention, pp. 24-36.

Collins, J B et Woodcock, C E. 1996. An assessment of several linear change detection technique for mapping forest mortality using multitemporal Landsat data. *Remote sensing of Environment*, vol. 56, pp. 66- 77.

Comitas. 1988. Glossaire des termes officiels de la télédétection aérospatiale, n°112, pp. 1-63.

Congalton, R G, Oderwald, R G et Mead, R A. 1983. Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 49, n°12, pp. 1671-1678.

Congalton, R G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, vol. 37, pp. 35-46.

Conseil de l'Europe. 2000. *Convention européenne du paysage*. Florence, p. 18.

Conseil général du Loiret. 2006. *Atlas de l'environnement du Loiret*, p. 95.

Conservatoire d'espaces naturels de Poitou-Charentes. 1999. Inventaire des paysages de Poitou-Charentes. [En ligne] <http://www.paysage-poitou-charentes.org/>.

Corbonnois, J et Zumstein, J F. 1994. Proposition de typologie des cours d'eau. Application au réseau hydrographique du Nord-Est de la France (bassin de la Moselle). *Revue de géographie alpine*, vol. 82, n° 82-2, pp. 15-24.  
[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga\\_00351121\\_1994\\_num\\_82\\_2\\_3746](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rga_00351121_1994_num_82_2_3746).

Cosandey, C. 1984. *Recherches sur les bilans de l'eau dans l'Ouest du Massif Armoricaïn*. Thèse de Doctorat d'état, Université de Paris IV, p. 508.

Crave, A. 1995. *Quantification de l'organisation des réseaux hydrographiques*. Géosciences Rennes publication, Thèse de l'Université de Rennes I, p. 210.

## **(D)**

Dai, X et Khorram, S. 1998. The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, vol. 36, n° 5, pp. 1566-1578.

Deffontaines, J P. 1973. Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. *Économie rurale*, vol. 98, n° 98, pp. 3-13.

Deffontaines, J P. 1986. Un point de vue d'agronome sur le paysage. Une méthode d'analyse du paysage pour l'étude de l'activité agricole. *dans: Lectures du paysage*. Paris : Foucher, pp. 33-52.

Delahaye, D. 2002. *Apport de l'analyse spatiale en Géomorphologie. Modélisation et approche multiscalaire des risques*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Rouen, 2 tomes, p. 471.

Delahaye, D. 2005. Modélisation d'un système spatial complexe : le bassin versant. [auteur du livre] Y Guermond. (Eds), *Modélisations en géographie – Déterminismes et complexités*. Paris : Collection IGAT, Hermès-Lavoisier, pp. 235 - 259.

Delcaillau, B. 2001. Geomorphic response to growing fault-related folds: example from the foothills of central Taiwan. *Geodinacta*, n° 14(5), pp. 265-287.

Demargne, C. 2001. *La qualité des modèles numériques de terrain pour l'hydrologie. Application à la caractérisation des crues*. Thèse de Doctorat, Université de Marne-la-vallée, p. 275.

Derruau, M. 1979. *Les formes du relief terrestre*. Masson, pp. 39-40.

DIREN de Centre. 2010. Sites inscrits et classés d'Eure-et-Loir, p. 75.

DIREN de la Bourgogne. 1997. *Les grandes entités paysagères de la Bourgogne*. DIREN Bourgogne.

DIREN de Pays de la Loire. 2007. *Délimitation des zones inondables*.

DIREN Franche-Comté, Conseil régional de Franche-Comté, Conseils généraux. 2000. *Atlas des paysages de Franche-Comté: Territoire de Belfort*. Néo éd, Besançon, 4 volumes, p. 237.

DIREN Nord - Pas-de-Calais. 2003. *Atlas des paysages de la région Nord-Pas-de-Calais*.

Douette, M. 2001. *Etude de la caractérisation de la dynamique des paysages à l'échelle régionale*. Mémoire ingénieur agronomie, Enesad, p. 117.

Douvinet, J, Delahaye, D et Langlo, P. 2008. *Modélisation de la dynamique potentielle d'un bassin versant et mesure de son efficacité structurelle*. Cybergeog : European Journal of Geography [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article 412, mis en ligne le 15 février 2008, consulté le 10 juillet 2012. URL : <http://cybergeog.revues.org/16103> ; DOI : 10.4000/cybergeog.16103.

Ducrot, D. 2005. *Méthodes d'analyse et d'interprétation d'images de télédétection multi-sources, Extraction de caractéristiques du paysage*. Mémoire d'HDR, INP Toulouse, p. 240.

Dupuis-tate, M F et Fischesser , B. 1997. *Richesse, diversité et enjeux des paysages de rivières*. Ingénieries EAT, n° spécial « Rivières et Paysages », pp. 11-31.

## **(E)**

Eastman, J R. 1993. *IDRISI: un SIG en mode image*. ausanne-Fribourg : Centre Régional IDRISI Francophone.

Eastman, J R. 2001. *Idrisi 32 Release 2 — Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University, vol. 2.

Eckert, D. 1996. *Evaluation et Prospective des Territoires*. Reclus-La Documentation française, p. 256.

Eerens, H, Hemelings, T et Gombeer, R. 1991. *An integrated modelling approach for the spectral identification of crops*. Proceedings of the 5th international Colloquium Physical measurements and Signatures in Remote Sensing, Courchevel, Edition ESA SP-319, pp. 565-568.

Étude de cohérence du Bassin de la Maine. 2005. *Rapport d'étape 1 : Collecte des données et levés topographiques*. p. 41.

Étude de cohérence du bassin de la Maine. 2007. *Rapport d'étape 2 : Etude hydrologique et analyse des crues de référence*. p. 138.



## **(F)**

Fairfield, J et Leymarie, P. 1991. Drainage networks from grid Digital Elevation Models. *Water resources Research*, pp. 709-717.

Feltz, C (dir.). 2004. *Les territoires paysagers de Wallonie*. Publication de la Division de l'Observatoire de l'Habitat, p. 73.

Fischesser, B. 1993. Prise en compte des valeurs paysagères dans l'aménagement du territoire. In *actes de la journée thématique de l'antenne romande du FNP (Perception et gestion d'un paysage à composantes forestières)*, Lausannel, pp. 12-23.

Fisher, P, Wood, J et Cheng, T. 2004. Where is Helvellyn? Fuzziness of Multiscale Landscape Morphometry. *Transactions of the Institute of British Geographers*, vol. 29, pp. 106-128.

Floyd, F et Sabins, J R. 1986. *Remote sensing : principales and interpretation*. New York, p. 443.

Font, M. 2002. *Signature géomorphologique des déformations en domaine intraplaque : applications à la Normandie*. Thèse de doctorat en Géologie, Université de Caen Basse-Normandie, p. 344.

## **(G)**

Gamache, N, Domon, G et Jean, Y. 2004. Pour une compréhension des espaces ruraux: représentations du paysage de territoires français et québécois. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n° 73, pp. 72-102.

Garry, G, Ballais, J L et Masson, M. 2002. La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondations en France méditerranéenne. *Géomorphologie*, n°1, pp. 5-16.

Gautier, D. 1995. Dynamique spatiale de mise en valeur d'une châtaigneraie par transition entre deux états d'occupation du sol. *Revue internationale de géomatique*, n° 5(1), pp. 53-71.

Germaine, M A. 2006. *Réflexions pour une gestion durable de "paysages ordinaires", l'exemple des petites vallées bas-normandes*. Colloque International "Interactions Nature-Société, La Baule.

Germaine, M A, Puissant, A, Lespez, L et Ballouche, A. 2007. Analyse spatiale et typologie morphologique des petites vallées bas-normandes, vol. 17, n° 3-4, pp. 415-430.

Germaine, M A et Puissant, A. 2008. *Extraction d'indices paysagers et analyse quantitative des paysages de "vallées ordinaires" à partir de données images : l'exemple de la Seulles (Calvados, France)*. [éd.] Cybergeos. European Journal of Geography, <http://www.cybergeos.eu/index19123.html>.

Germaine, M A et Puissant, A. 2008. Mesurer la diversité des paysages de vallées. Réalisation d'une typologie des paysages de vallées à l'échelle de la Basse-Normandie. *Norois*, n°207, 2, pp. 7-19.

Germaine, M A et Puissant, A. 2008a. Mesurer la diversité des paysages de vallées à partir d'indicateurs extraits des données images. Exemple des petites vallées bas-normandes, *Ingénieries EAT*, n°53, pp. 89-93.

Germaine, M A. 2009. *De la caractérisation à la gestion des paysages ordinaires des vallées du nord-ouest de la France. Représentations, enjeux d'environnement et politiques publiques en Basse-Normandie*. Thèse de Géographie, Université de Caen Basse-Normandie, p. 648.

Girard, M C et Girard, C. 1999. *Traitement des données de télédétection*. Paris : Dunod, p. 529.

Girardin, P. 2002. *Atlas des paysages du Cher*. DDE 18, DIREN Centre.

Golay, F et Riedo, M. 2001. NTIC et systèmes d'information territoriale. In: [auteur du livre] L Vodoz. *NTIC et territoires*. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, pp. 11-30.

Gong, P et Howarth , P J. 1990. An assessment of some factors influencing multispectral land cover classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 56, n°5, pp. 597-603.

Gonthier, N S, Marceau, M, Delage, M, Cogliastro, A, Domon, G et Bouchard, A. 2003. *Détection de l'évolution des superficies forestières en montréal entre juin 1999 ET AOÛT 2002 à partir d'images satellitaires landsat-tm*. Rapport présenté à l'Agence forestière de la Montréal (AFM) Directeur : Luc Dumouchel. (Université de Montréal, p. 30.

Goodchild, M F, Parks, B O et Steyaert, L T. 1993. (eds). *Environmental modeling with GIS*. New York : Oxford University Press, p. 520 .

Gordon, S. 1980. Utilizing Landsat imagery to monitor land use change: A case study in Ohio. *Remote Sensing of Environmen*, vol. 9, pp. 189-196.

Gorgeu, Y et Jenkins, C. 1995. *La Charte paysagère : outil d'aménagement de l'espace intercommunal*. coll.Pratiques intercommunalité. Paris, p. 188.

Gravelius, H. 1914. Grundriss der gesamten Gewässerkunde. dans : *Band 1 : Flusskunde-Compendium of Hydrology*. Rivers (in german), Goschën, Berlin, Germany, vol. 1.

Griselin, M et Ormaux, S. 2003. Le paysage et ses temporalités en Baie du Roi (Svalbard). Essai de problématisation et d'instrumentation. *Bulletin d'Association de Geographes Français*, n°4, pp. 386-393.

Gunie, R. 2002. *Analyse des techniques d'élaboration de modèles numériques de terrains et des méthodes d'extraction automatique du réseau hydrographique pour l'amélioration des études de bassins versants*. Mémoire d'Ingénieur ESGT, Université du Maine.

## (H)

Hentati, I, Zaïri, M et Dhia, H B. 2008. *HydroTools : Outil pour la modélisation et l'extraction d'un réseau hydrologique*. Versailles: Conférence francophone ESRI, <http://www.esrifrance.fr/sig2008/SFAX.htm>.

Hervé, P et Mélanie , C. 1998. Réflexions préliminaires à un diagnostic paysager des hydrosystèmes fluviaux. *Revue de géographie de Lyon*, vol. 73, n°73-4, pp. 273-284. [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca\\_0035-113x\\_1998\\_num\\_73\\_4\\_4842](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1998_num_73_4_4842).

Hilal, M, Cavailhès, J, Brossard, T, Joly, D, Tourneux, F P et Wavresky, P. 2008. *Les métriques paysagères utilisées pour déterminer le prix des paysages*. Lille : INRA SFER CIRAD, 2èmes journées de recherches en sciences sociales.

Horton, R E. 1932. Drainage basin characteristics. *Transactions American Geophysical Union*, n° 13, pp. 350–361.

Howarth, P J et Wickware, G M. 1981. Procedure for change detection using Landsat digital data. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 2, pp. 277-291.

Hubert-Moy, L, Clement, B, Cotonnec, A, Ganzetti, I et Pivette, E. 2000. *Apport de la télédétection à l'inventaire des zones humides de fond de vallée, dans : Mérot (resp, Rapport de synthèse final du projet Ty-Fon*. p. 115.

Hubert-Moy, L et Gascuel-Odoux, C. 2001. *Les indices parcellaires de risque de transfert des polluants vers les eaux superficielles : de leur base conceptuelle à leur usage pour une approche intégrée à l'échelle du bassin versant*. Colloque Hydrosystèmes, Paysages et Territoires, Lille, 6-8 septembre 2001, USTL, pp. 21-32.

Hubert-Moy, L, Houet , T, Lefeuvre , E, Clement , B et Lennon , M. 2003. Etude de zones humides de fond de vallées à partir d'images hyperspectrales CASI : Application à un bassin versant de la région de Pleine-Fougères (Bretagne, France). *Photo-Interprétation*, vol. 39, pp. 33-43.

## (I)

IFN. 2010. *Inventaire Forestier départemental*. Sarthe 2ème inventaire.

## (J)

Jenness, J. 2006. *Documentation "Topographic Position Index"*. Wildlife Biologist, GIS Analyst, Jenness Enterprises, p. 42.

Jensen, J R et Toll, D L. 1982. Detecting residential land use development at the urban fringe. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 1982, vol. 48, pp. 629-643.

Jensen, J R. 2004. *Introductory digital image processing – a remote sensing perspective*. 3e édition, Prentice Hall, Upper Saddle River (N.J.), p. 316 .

Jenson, S K et Domingue, J O. 1988. *Extracting topographic structures from digital elevation data for geographic information system analysis*. Photogrammetric engineering and remote sensing, pp. 1593-1600.

Joliveau, G. 1994. La gestion paysagère des espaces ruraux: questions, concepts, méthodes et outils. 1994, vol. 69, n° 4, pp. 325 - 334.

Joliveau, T. 1996. Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G.? *Revue de Géographie de Lyon*, n°71(2/96), pp. 101-110.

Joliveau, T et Michelin, Y. 1998. *Approche méthodologique de la gestion paysagère concertée d'un espace avec un système d'information géographique : l'exemple de la commune de Viscomtat (63)*.

Joliveau, T et Etlicher, B. 1998. Les SIG pour une gestion environnementale des territoires. Eléments de méthode à partir de deux expériences. *Revue internationale de géomatique*, n°8(3), pp. 91-104.

Joliveau, T. 2003. *Analyse des paysages dans un contexte d'aménagement. L'intérêt des outils géomatiques*, Géoévénement.

Joliveau, T. 2004. *Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG. Habilitation à diriger des recherches*, Université de Rouen 2, p. 420.

## **(K)**

Kergomard, C. 2000. Pratique des corrections atmosphériques en télédétection : utilisation du logiciel 5S-PC. *Cybergeos*, n°. 181.  
<http://www.cybergeos.presse.fr/teldschu/kergomar/kergomar.htm>.

## **(L)**

Laffly, D. 1993. L'évolution des paysages et de l'occupation du sol observée par satellites. *Mappemonde*, 3.

Lambin, E F, Baulies, X, Bockstael, N, Fisher, D, Krug, T, Leemans, R, Moran, E F, Rindfuss, R R, Sato, Y, Skole, D, Turner, II B et Vogel, C. 1999. *Land use and land cover change (LUCC) : implementation strategy*. IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*). Report 48, IHDP (*International Human Dimensions Programme*) Report 10, Stockholm, p. 125.

Lardon, S et Piveteau, Vincent. 2005. Méthodologie de diagnostic pour le projet de territoire : une approche par les modèles spatiaux. [En ligne] vol.80/2, [consulté le : 28 juin 2012.] URL : <http://geocarrefour.revues.org/980>.

- Laurent, F. 1996. *Outils de modélisation spatiale pour la gestion intégrée des ressources en eau. Application aux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux*. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, p. 357.
- Laurini, R et Thompson, D. 1992. *Fundamentals of spatial information systems*. London : Academic Press, p. 680 .
- Laurini, R et Milleret-Raffort, F. 1993. *Les Bases de données en géomatique*. Hermès. p. 340 .
- Lawandi, K. 2006. *Étude de la dynamique des aires pastorales dans le département de Goure : apport de la télédétection et du SIG*. DEA de Géographie Université de Niamey/Niger.
- Lewis, P. 1979. Axioms for Reading the Landscape, pp 11-32. [auteur du livre] D W Meinig . *The Interpretation of Ordinary Landscapes*. Oxford University Press, p. 272.
- Lillesand, T M et Kiefer, R W. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation (1st ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lillesand, T M et Kiefer, R W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation (3rd ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lillesand, T M et Kiefer, R W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation (4th ed.)*. John Wiley & Sons, Inc.
- Lillesand, T, Kiefer, R et Chipman, J W. 2003. *Remote sensing and image interpretation*. New York : John Wiley and Sons, p. 763.
- Lindgren, D T. 1985. *Land use planning and remote sensing*. Martinus Nijhoff Publishers.
- Lo, T.H c, Scarpance, F L et Lillesand , T M. 1986. Use of multi-temporal spectral profiles in agricultural land-cover classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 52, pp. 535-544.
- Loneragan, S C et Prudham, S. 1994. Modelling global change in an integrated framework: a view from the social sciences. dans: Turner W B et B L Meyer. (eds.), *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, pp. 411-435.
- Longley, P A, Goodchild , M F, Maguire , D J et Rhind, D W. 2001. *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons, p. 472 .
- Lounis, B et Belhadj, A. 2005. *Pollution signature of water quality using remote sensing data*. Porto, Portugal : 25th EARSel Symposium, Global developments in Environmental Earth observation from Space.
- Lu, D, Mausel, P, Brondizio, E et Moran, E. 2004. Change detection technique. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 25, n° 12, pp. 2365-2407.



Luginbühl, Y, Bintron, J C et Cros, Z. 1994. *Méthode pour des atlas de paysages-Identification et qualification*. STRATES/CNRS-SEGESA, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, p. 76.

Luginbühl, y. 2001. *La demande sociale de paysage, rapport remis au conseil national du Paysage*. ministère de l'Écologie et du Développement durable, p. 17.

Luginbühl, Y. 2002. Identification, qualification du paysage et objectifs de qualité paysagère. *Naturopa*, n°98, p. 17.

Lunetta, R S et Elvidge, C D. 1998. *Remote sensing change detection, environmental monitoring methods and applications*. Michigan : Ann Arbor Press, Ann Arbor, p. 318.

Lunetta, R S. 1999. *Application, project formulation and analytical approach, dans: Remote Sensing Change Detection — environmental monitoring methods and application*. London : Lunetta, R. S. and Elvidge, C. D., Eds, Taylor & Francis Ltd.

Lunetta, R S et Elvidge , C D. 1999. *Remote sensingchange detection: Environmental monitoring methods and applications*. London : Taylor & Francis, p. 320 .

## **(M)**

Maguire, D J, Goodchild, M F et Rhind, D. 1991. *Geographical Information Systems : Principles and Applications*. 2. Avon : Longman Scientific and Technical, p. 649.

Malavoi, J R et AREA. 2000. *Typologie et sectorisation des cours d'eau du bassin Loire-Bretagne*. Rapport Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

Mansvelt, V. An interdisciplinary approach to integrate a range of agro-landscape values as proposed by representatives of various. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. n°63(2-3), pp. 233-250.

Markham, B L et Barker, J L. 1987. Radiometric properties of U.S. processed Landsat MSS Data. *Remote Sensing of Environment*, n°22, pp. 39-71.

Martz, L W et Garbrecht, J. 1998. The treatment of flat areas, depressions in automated drainage analysis of raster digital elevation models. *Hydrological Processes*, n°12, pp. 843-855.

Mas, J F. 2000. Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement. *Journal canadien de télédétection*, vol. 26, n°4, pp. 349-362.

McGarigal, K et Marks, B J. 1995. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351.

McGarrigal, K et Marks, B J. 1995. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. USDA Forest Service. Portland: Pacific Northwest Station, p. 122 .

Miage Dordogne. 2005. *Etude sur l'avenir des espaces naturels, agricoles et forestiers confrontés au développement urbain sur le périmètre SCOT de l'agglomération de Périgueux*. BKM atelier de paysage, aménagement écologie et développement durable. Mission Interservice Aménagement et Gestion de l'Espace (MIAGE).

Michelin, Y. 2000. Le bloc-diagramme : une clé de compréhension des représentations du paysage chez les agriculteurs ? Mise au point d'une méthode d'enquête préalable à une gestion concertée du paysage en Artense(Massif central français). *Cybergeo : European Journal of Geography [Online], Environment, Nature, Landscape, article 118, (consulté le 21 October 2010. URL : <http://cybergeo.revues.org/1992> ; DOI : 10.4000/cybergeo.1992*. 2000.

Miller, V C. 1953. *A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee*. Project NR 389-042, Tech. Repr. 3, Columbia Univ., Department of Geology, ONR, Geography Branch.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. 2008. *itinéraires photographiques Méthode de l'Observatoire photographique du paysage*.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. 2008. *Itinéraires photographiques Méthode de l'Observatoire photographique du paysage*.

Mohamoud, Y. 2004. *Comparison of hydrologic responses at different watershed scales*. USEPA /600/R-04/103. Athens, Georgia.

Montembault, D. 2002. *Les vallées face à l'appropriation urbaine, des mutations de l'occupation du sol dans les grandes vallées proches d'Angers aux nouveaux paysages*, Thèse de géographie, Université d'Angers, p. 407.

## **(N)**

Nagendra, H, Pareeth, S et Ghate, R. 2006. People within parks—forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve. *India Applied Geography*, vol. 26, Issue 2, pp. 96-112.

Natura 2000. Portail du réseau Natura 2000. [En ligne] <http://www.natura2000.fr/>.

Nelson, R F. 1983. Detecting forest canopy change due to insect activity using Landsat MSS. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 49, pp. 1303-1314.

Némis. 2008. *Guide des paysages d'Eure-et-Loire*. CAUE 28.

## **(O)**

O'Callaghan, J F et Mark, D M. 1984. The extraction of drainage networks from digital elevation data. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, n°28(3), pp. 323-344.

Oetter, D R, Cohen, W B, Berterretche , M, Maiersperger, T K et Kennedy, R E. 2000. Land cover mapping in agricultural setting using multiseasonal Thematic Mapper data. *Remote Sensing of Environment*, n° 76, pp. 139-155.

Olsson, H. 1994. Changes in satellite-measured reflectances caused by thinning cuttings in boreal forests. *Remote Sensing of Environment*, n°50, pp. 221-230.

Ormaux, S. 1999. *Propos sur le paysage*. Thèse d'Habilitation à diriger des recherches Université de Franche-Comté (Besançon).

## **(P)**

Paget, A, Perret, J et Gleyz, J F. 2008. La géomatique au service de la caractérisation automatique des réseaux hydrographiques. *Physio-Géo*, vol. 2. mis en ligne le 20 décembre 2008, Consulté le 02 juillet 2012. URL : <http://physio-geo.revues.org/1031> ; DOI : 10.4000/physio-geo.1031.

Pastre, J F, Leroyer, C, Limondin-Lozouet, N, Chausse, C, Fontugne, M, Gebhardt, A, Hatte, C, et Krier, V. 2000. Le Tardiglaciaire des fonds de vallée du Bassin Parisien (France), n°11 (2), pp. 107-122.

Pastre, J F, Leroyer, C, Limondin-Lozouet, N, Hatté, C, et Krier, V. 2000a. L'Holocène du Bassin parisien: variations environnementales et réponses géoécologiques des fonds de vallées. dans: H Richard, A Vignot (Eds). *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20000 ans en Europe de l'Ouest*. Besançon : Annales Littéraire de l'Université de Franche-Comté, Série Environnement, Sociétés et Archéologie 3, pp. 39-45.

Pastre, J F, Leroyer, C, Limondin-Lozouet, N, Orth, P, Chaussé, C, Fontugne M, M, Gauthier, A, Kunesh, S, Le Jeune, Y, et Saad, M C. 2002b. Variations paléoenvironnementales et paléohydrologiques durant les 15 derniers millénaires : les réponses morphosédimentaires des vallées du Bassin Parisien (France). dans: J P Bravard et M Magny. *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*. Paris : Editions Errance, pp. 29-44.

Pastre, J F, Leroyer, C, Limondin-Lozouet, N, Antoine, P, Gauthier, A, Le June, Y, et Orth, P. 2003. Quinze mille ans d'environnement dans le Bassin parisien (France) : mémoires sédimentaires des fonds de vallée. dans: T Muxart, F D Vivien, B B Villalba et J Burnouf. *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*. Elsevier, collection environnement, pp. 43- 55.

Patrimoines et trajectoires paysagères des vallées ligériennes. 2012. Présentation des résultats du programme PATRA Réponse à l'appel à Projet de Recherche.

Péguy, C P. 1942. Principes de morphométrie alpine. *Revue de Géographie Alpine*, n°2, pp. 493-582.

Pella, H, Wasson, J G et Souchon, Y. 2001. *Caractérisation des vallées alluviales*, p. 125.

Peucker, T et Douglas, D. 1975. Detection of Surface-Specific Points by Local Parallel Processing of Discrete Terrain Elevation Data. *Computer Graphics, Visions and Image Processing*, vol. 4, n°2, pp. 375-387.

Pham, T H, Bonn, F et Dubois, J M. 2007. Démarche méthodologique pour la détection des changements d'un milieu morcelé en utilisant des images à moyenne résolution spatiale :

application à une région littorale au Viêt-Nam. *Revue Télédétection*, vol. 7, n°1-2-3-4, pp. 303-323.

Pitte, J R. 1994. *Histoire du paysage français: Le profane du XVIe siècle à nos jours*. Paris : Coll. Pluriel, Tallandier, p. 238.

Piveteau , V et Lardon , S. 2002. Chorèmes et diagnostic de territoire : une expérience de formation. n° 2002/4, 68, pp. 1-6.

Pornon, H. 1993. Utilisation et place des SIG dans les systèmes d'information des organisations. *Revue de géomatique*, n° 3(1-2), pp. 65-70.

Pouchin, T. 2001. *Elaboration d'un observatoire paysager, Application à l'estuaire de Seine*. Thèse de Doctorat, Le Havre : Centre Interdisciplinaire de Recherche en Transports et Affaires Internationales, p. 316.

Prima, O D.A, Echigo, A, Yokoyama, R et Yoshida, T. 2006. Supervised landform classification of Northeast Honshu from DEM-derived thematic maps. *Geomorphology*, vol.78, pp. 373-386.

Puech, C. 1993. *Détermination des états de surface par télédétection pour caractériser les écoulements des petits bassins versants*. Thèse de doctorat, Université J.Fourier, p. 202,

Pumain, D, Paquot , T et Kleinschm, R. 2006. *Extraits du « Dictionnaire La ville et l'urbain*. Anthropos-Economica, p. 320.

## **(R)**

Rapport de présentation du PPR Loir. 2005. Direction départementale de l'équipement, p. 29.

Rapport de présentation Oudon Mayenne. 2005. Direction départementale de l'équipement.

Regazzola, T. 1993. Le paysage: notion générique ou concept transitif? *Recherches. Études Environnement-Développement*. 43-44, juillet-décembre, pp. 20-22.

Richards, J A et Jia , X. 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis - An Introduction*. New York : Springer Verlag.

Ridd, M K et Liu , J. 1998. A comparison of four algorithms for change detection in a urban environment. *Remote Sensing of Environment*, vol. 63, pp. 95-100.

Riitters, K H, O'Neill, R V, Hunsaker, C T, Wickham, J D, Yankee, D H, Timmins, S P, Jones, K B, et Jackson, B L. 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape Ecology*, vol. 10, n° 1, pp. 23-39.

Rimbert, S. 1973. *Les paysages urbains*. Paris : Armand Colin, p. 240.

Ritter, C. 1826. De la position géographique et de l'extension des continents (Discours prononcé le 14 décembre 1826), pp. 103-. 132. dans: Ritter C., 1974, Introduction à la géographie générale comparée : Paris, Les Belles Lettres, p. 225.

Ritter, J. 1997. *Paysage: fonction de l'esthétique dans la société moderne*. Besançon : Ed. de l'Imprimeur, p. 9.

Rivard, E. 2008. *Approfondir l'analyse objective du territoire par une lecture subjective du paysage. Le cas de la Côte de Beaupré*. Québec, Mémoire de maîtrise, École d'architecture. Université Laval.

Robbez-Masson, J M. 1994. *Reconnaissance et délimitation de motifs d'organisation spatiale: application à la cartographie des pédopaysages*. Thèse de doctorat ENS, Montpellier M, p. 161.

Robin , M. 1995. *La télédétection*. Ed Nathan, Coll Fac, p. 318 .

Robin, M et Gourmelon, F. 2005. *La télédétection et les SIG dans les espaces côtiers. Eléments de synthèse à travers le parcours de François Cuq*. [[En ligne], 196 | 2005/3, mis en ligne le 15 décembre 2008, consulté le 14 mai 2012. URL : <http://norois.revues.org/368> ; DOI: 10.4000/norois.368] Norois.

Roche, S et Hodel, T. 2004. L'information géographique peut-elle améliorer l'efficacité des diagnostics de territoire ? *Revue internationale de géomatique*, n° 14(1), pp. 9-34.

Rochon, G, Bénie, G B, Fortin, J P et Dupont, J. 1983. *Cartographie du couvert nival à l'aide de données numériques NOAA-6 et application dans le modèle hydrologique CEQUEAU*. Montréal, Québec : Présenté au 8e Symposium Canadien de télédétection.

Rockwell, R C. 1994. Culture and Cultural Change," pp. 357-382. dans: B Meyer et B L Turner . (eds.), *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge, England : Cambridge University Press, p. 549.

Roger, A. 1994. *Histoire d'une passion théorique ou comment on devient un Raboliot du Paysage, Cinq propositions pour une théorie du paysage*. Seyssel : Champ Vallon, p. 107.

Roger, A. 1995. *La théorie du paysage en France*. Seyssel : Champ Vallon, p. 463 .

Rougerie, G et Beroutchachvili, N. 1991. *Géosystèmes et paysages. Bilan et méthodes*. Paris : Armand Colin, « coll. U », p. 302.

Rouse, J W, Hass, R H, Schell, J A, Deering, D W et Harlan, J C. 1974. *Monitoring the vernal advancement (greenwave effect) of natural vegetation*. NASA, Goddard Space Fight Center, Type III, final report, Greenbelt (MD), p. 371.

Ruelland, D, Laurent, F et Trébouet, A. 2004. Spatialisation de successions culturelles à partir d'images HRV(XS) de SPOT pour une intégration dans un modèle agro-hydrologique. *Télédétection*, n° 4(3), pp. 231-250.

## **(S)**

SAGE de la Mayenne. 2007. *Document du SAGE Mayenne en vigueur*. schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux de la Mayenne, p. 27, Rapport de présentation.



SAGE de la Sarthe amont. 2006. *Etat des lieux des milieux et des usages et détermination des manques*. Schéma d'Aménagement et de Gestion des eaux du bassin de la Sarthe amont.

SAGE de l'Huisne. 2003. *Etat des lieux des milieux et des usages et détermination des manques*. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

SAGE du Loir. 2008. *Etat des Lieux du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux Loir*, p. 242.

SAGE du Loir. 2009. *SAGE Loir-Rapport de diagnostic*. Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Loir, p. 139.

Santos, M. 1978. De la société au paysage. La signification de l'espace humain. *Hérodote*, n°9, pp. 66-73.

Schéma de Cohérence Territoriale du Pays de Craon. 2006. *État initial de l'environnement-Rapport d'Etape N° 2 Page 3*. OUEST INFRA – ARCHIDEE-BEPIC-TASSILI, p. 72.

Schermann, N et Baudry. 2002. Analyse descriptive multi-échelle de la structure d'un paysage, Application à la mosaïque d'occupation du sol d'un territoire agricole dans le bocage breton, *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 12/2, pp. 169-186.

Schnitzlera, A, Génotb, J C et Wintzc, M. 2008. Espaces protégés : de la gestion conservatoire vers la non-intervention, n°56.

Schowengerdt, R A. 1983. *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*. Academic Press, Inc., London.

Schulé, C A. 1984. *la Maine: contribution à la connaissance d'un hydrosystème*. Thèse de Géographie, Université de Nancy II, 4 tome, p. 1235.

Schumm, S A. 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlaands at Perth, New Jersey. *Geol. Soc. America Bull*, n° 67, pp. 597-646.

Schumm, S A. 1977. *The Fluvial System*. New-York : Water Ressources Publications, p. 338.

SCoT de l'agglomération vendômoise. 2007. *Document d'Orientations Générales*, p. 42.

Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *Review article. International Journal Remote Sensing*, vol. 10, n° 6, pp. 989-1003.

Skole, D et Tucker, C J. 1993. Tropical deforestation and Habitat Fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. *Science*, vol. 260, pp. 1905-09.

Skupinski, G, BinhTran , D et Weber, C. 2009. Les images satellites Spot multi-dates et la métrique spatiale dans l'étude du changement urbain et suburbain – Le cas de la basse vallée de la Bruche (Bas-Rhin, France). *Cybergeog: European Journal of Geography [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques Systèmes, Modélisation, Géostatistiques,]-->, document 439, mis en ligne le 12 mars 2009. URL : <http://www.cybergeog.eu/index21995.html>.*

Souchon, Y, Andriamahef, A H, Cohen, P, Breil, P, Pella, H, Lamouroux, N, Malavoi, J R et Wasson, J G. 2000. *Régionalisation de l'habitat aquatique dans le bassin de la Loire*. Agence de l'eau Loire Bretagne, Cemagref Bely/LHQ, p. 291, Synthèse.

Stehman, S V. 1996. Estimating the Kappa coefficient and its variance under stratified random sampling. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 62, n°4, pp. 401-407.

Strahler, A N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, pp. 913-920.

Swain, P H. 1976. *Land use classification and mapping by machine-assisted analysis of Landsat multispectral scanner data*. Laboratory for Applications of Remote Sensing, Information Note: 112776, Purdue University, West Lafayette, Indiana.

## **(T)**

Tarboton, D G, Bras, R L et Rodríguez-Iturbe, I. 1989. *The analysis of river basins and channel networks using digital terrain data*. Report 326, Ralph M. Parson Lab, Dept. of Civil Engineering. MIT, Cambridge, Mass.

Teodoreanu - Niculescu, S L. 2002. *Approche géographique de la dynamique des paysages du Plateau de Falticeni (Roumanie) par télédétection*. Thèse de Géographie, Université Paris IV, p. 339,.

Thériault, M. 1996. *Systèmes d'information géographique: concepts fondamentaux*. Québec : Université Laval, p. 180.

Toll, D L, Royal, J A et Davis, J B. 1980. *Urban area up-date procedures using Landsat data, Proceedings of the Fall Technical Meeting of the American Society of Photogrammetry*. Niagara Falls, Canada, p. RS-E1- 17.

Tomlin, C Dana . 1990. *Geographic information systems and cartographic modeling*. Prentice Hall, p. 249 .

Turner, M G et Gardner, R H. 1991. (eds). *Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity*. New York - Berlin : Springer-Verlag, p. 556 p. 115 illus.

## **(V)**

Van der Leeuw, S et Fiches, J L. 1990. *De la structuration et de l'analyse spatiales aux processus historiques. Archéologie et espaces*. Actes des Xe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, octobre 1989. Juan-les-Pins : Ed. APDCA, pp. 503-512.

Vannote, R L, Minshall , G W, Cummins, K W, Sedell, J R et Gushing , E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Jouranl of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, pp. 130-137.

Verburg, P H et Chen, Y Q. 2000. Multi-scale characterization of land use patterns in China. *Ecosystem*, vol. 3, pp. 369-385.

Vidal, C. 1999. Du sol au paysage : un patrimoine fondamental de l'Union européenne. UE. Union européenne. Commission européenne. Bruxelles. Belgique.

Vidal, C. 2003. *Trois niveaux d'indicateurs pour décrire le paysage*. Eurostat.

Vuillod , P. 1994. *Paysage visible et aménagement : modélisations cartographiques et test sur le Haut- Jura*. Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, p. 362.

## **(W)**

Wasson, J G, Bethemont, J, Degorce, J N, Dupuis , B, et Joliveau, T. 1993. *Approche écosystémique du bassin de la Loire : éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion. Phase Etat initial-problématique*. Cémagref Lyon B.E.A./L.H.Q. et université de Saint-Etienne C.R.E.N.A.M, pp. 102 p. + atlas, 70 pi. et annexes, Rapport final.

Weismiller, R A, Kristof, S J, Scholz, D K, Anuta, P E et Momen, S A. 1977. Change detection in coastal zone environments. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 43, pp. 1533-1539.

Weiss, A D. 2001. *Topographic Position and Landforms Analysis*. The Nature Conservancy, Ecoregional Data Management Team, Poster.

Wickham, J D, O'Neill , R V et JONES, K B. 2000. Forest fragmentation as an economic indicator. *Landscape Ecology*, vol. 15, pp. 171-179.

Wieber, J C. 1980. Établissement d'un modèle régional de classification typologique des paysages, n° 468, pp. 127-129.

Wieber, J C. 1985. Le paysage visible, un concept nécessaire. *dans Paysage et Système*. Université d'Ottawa, pp. 167-178.

Wu, W. 2003c. *Evaluation of land use and cover change in north Shaanxi, China*. Photo-Interpretation (in press).

## **(Y)**

Yuan, D, Elvidge, C D et Lunetta, R S. 1999. *Survey of multispectral methods for Land cover change analysis, In Remote Sensing Change Detection — Environmental monitoring methods and application*. (Lunetta R.S. and Elvidge C.D.), Taylor & Francis.

Yuan , F, Sawaya , K E, Loeffelholz , B C et Bauer , M E. 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, vol. 98, n° 2-3, pp. 317-328.

## Table des figures

Figure 1.1- Démarche de recherche. ....	10
Figure 1.2- Le paysage à l'interface des pôles environnementaux, économiques et culturels .....	14
Figure 1.3- Dimensions multiples du paysage.....	15
Figure 1.4- Approche systématique du paysage.....	16
Figure 1.5- Étapes de diagnostic un paysage.....	19
Figure 1.6- Synthèse de démarche générale de recherche.....	19
Figure 1.7- Présentation des démarches pour la définition d'une typologie des paysages .....	21
Figure 1.8- Les grands ensembles paysagers de Bourgogne.....	22
Figure 1.9- Entités paysagères de l'Atlas des paysages de la région nord-pas de Calais .....	22
Figure 1.10- Unités paysagères de l'Atlas des paysages de la Sarthe .....	23
Figure 1.11- Exemple d'Observatoire photographique des paysages à Plouguenast.....	24
Figure 1.12- Exemple de simulation cartographique des paysages visibles .....	25
Figure 1.13- Types de formation végétale de la Sarthe .....	27
Figure 1.14- Les principales tendances et enjeux du paysage en cours .....	29
Figure 1.15- Intérêt du couplage entre les SIG et la télédétection dans le diagnostic du paysage. ....	33
Figure 2.1- Bassin versant de la Maine.....	35
Figure 2.2- Modèle Numérique de Terrain (MNT) du bassin de la Maine .....	36
Figure 2.3- Carte de lithologie du bassin versant de la Maine.....	37
Figure 2.4- Réseau hydrographique du bassin du Loir .....	38
Figure 2.5- MNT du BV du Loir .....	39
Figure 2.6- Précipitation annuelles sur la période 1998 à 2007 .....	40
Figure 2.7- Précipitations moyennes mensuelles sur la période 1998 à 2007 .....	40
Figure 2.8- Débits mensuels interannuels du Loir aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible .....	41
Figure 2.9- Répartition des principaux types d'occupation du sol le bassin du Loir en 2006.....	42
Figure 2.10- Occupation du sol en 2006 du BV du Loir .....	42
Figure 2.11- Zones d'aléa du bassin versant du Loir .....	43
Figure 2.12- Zones humides du bassin versant du Loir .....	44
Figure 2.13- Evolution de la surface agricole utile (SAU) de 1987 à 2000 .....	45
Figure 2.14- Réseau hydrographique du bassin de la Sarthe .....	46
Figure 2.15- MNT et pente du BV de la Sarthe .....	47
Figure 2.16- Débits mensuels interannuels de la Sarthe aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible .....	48
Figure 2.17- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Sarthe en 2006.....	48
Figure 2.18- Occupation du sol en 2006 du BV de la Sarthe.....	49
Figure 2.19- MNT et pente du BV de la Mayenne.....	50
Figure 2.20- Réseau hydrographique du bassin de la Mayenne.....	51
Figure 2.21- Débits mensuels interannuels de la Mayenne aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible.....	52
Figure 2.22- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Mayenne en 2006 .....	53
Figure 2.23- Occupation du sol en 2006 du BV de la Mayenne .....	54
Figure 2.24- MNT et pente du BV de l'Huisne .....	55
Figure 2.25- Réseau hydrographique du bassin de l'Huisne.....	56
Figure 2.26- Débits mensuels interannuels de l'Huisne aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible .....	57
Figure 2.27- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de l'Huisne en 2006.....	58
Figure 2.28- Occupation du sol en 2006 du BV de l'Huisne .....	58
Figure 2.29- MNT et pente du BV de l'Oudon.....	59
Figure 2.30- Réseau hydrographique du bassin de l'Oudon .....	60
Figure 2.31- Débits mensuels interannuels de l'Oudon aux stations hydrométriques sur la totalité de période de mesure disponible .....	61
Figure 2.32- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de l'Oudon en 2006 .....	62
Figure 2.33- Occupation du sol en 2006 du BV de l'Oudon .....	63
Figure 2.34- MNT et pente du BV de la Maine aval .....	64
Figure 2.35- Débit moyen mensuel de la Maine aval à la station hydrométrique d'Angers sur une période de mesure de 1969 à 2011 .....	64
Figure 2.36- Répartition des principaux types d'occupation du sol dans le bassin de la Maine aval en 2006 .....	65

Figure 2.37- Occupation du sol en 2006 du BV de la Maine aval -----	66
Figure 3.1- Démarche de recherche. -----	70
Figure 3.2- Une vallée et ses unités. -----	73
Figure 3.3- Méthode générale de caractérisation du paysage. -----	73
Figure 3.4- Signification des valeurs de TPI. -----	74
Figure 3.5- Les valeurs TPI à 3 échelles différentes -----	74
Figure 3.6- La relation entre l'échelle et le voisinage -----	75
Figure 3.7- Calcul de TPI à différentes échelles. -----	76
Figure 3.8- TPI et la position de pente -----	77
Figure 3.9- Extraction des contours de vallées à partir de critères morphologiques. Exemple du bassin de la Dême. -----	78
Figure 3.10- Etapes de prise en compte d'un réseau hydrographique. -----	79
Figure 3.11- Calcul du réseau hydrographique par la méthode D8 avec un seuil de surface amont drainée -----	80
Figure 3.12- Validité du réseau hydrographique. -----	80
Figure 3.13- Catégories des formes de relief extraites par l'indice de TPI. -----	81
Figure 3.14- Extraction des contours de vallées à partir de critères morphologiques. -----	82
Figure 3.15- Extraction des limites de vallées pour chaque ordre des cours d'eau à partir de critères morphologiques. -----	85
Figure 3.16- Validation de délimitation des contours de vallées par limites des zones inondables de la Sarthe aval. -----	86
Figure 3.17- Points de vérification des limites de vallées. -----	87
Figure 3.18- Limites des vallées du bassin versant de la Maine. -----	88
Figure 3.19- Découpage les vallées de la Braye en tronçons homogènes. -----	90
Figure 3.20- Exemple de sectorisation longitudinale de la vallée de la Braye (BV Loir). -----	90
Figure 3.21- Sectorisation longitudinale : 548 tronçons de vallées du bassin versant de la Maine. -----	91
Figure 4.1- Typologies des indices morphométriques couramment utilisés en hydrologie -----	94
Figure 4.2- position des tronçons et des variables morphométriques sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur l'ensemble des 548 tronçons et groupes isolés par la CAH. -----	98
Figure 4.3- Position des tronçons et des variables morphométriques sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée sur les tronçons du groupe (2) « 442 tronçons » et groupes isolés par la CAH. -----	102
Figure 4.4- Classes morphologiques issues de la CAH. -----	103
Figure 4.5- Typologie morphologique des vallées du bassin versant de la Maine en douze classes. -----	104
Figure 4.6- Exemples de profils en travers de types des vallées du bassin versant de la Maine. -----	105
Figure 5.1- Composition colorée du bassin versant de la Maine. -----	110
Figure 5.2- Exemple d'analyse visuelle des compositions colorées en réflectance. -----	111
Figure 5.3- Analyse en composante principale des canaux Landsat ETM datant du 20 juillet 2003. -----	112
Figure 5.4- Résultat de la correction radiométrique et la mosaïque de 6 scènes. -----	113
Figure 5.5- Localisation des échantillons tests sur la zone d'étude. -----	114
Figure 5.6- Les différentes étapes de la classification supervisée. -----	115
Figure 5.7- Chaîne de traitements pour l'élaboration des zones d'entraînement. -----	116
Figure 5.8- Carte d'occupation du sol de 2003 du bassin versant de la Maine en fonction de la méthode de la classification du maximum de vraisemblance. -----	120
Figure 5.9 - Carte d'occupation du sol en 2003 du département de la Sarthe. -----	121
Figure 5.10- Carte d'occupation du sol en 2003 des vallées du bassin versant de la Maine. -----	123
Figure 5.11- Listes des indicateurs paysages retenus. -----	125
Figure 5.12- Indicateurs dérivants la diversité interne du paysage pour les fonds de vallées. -----	126
Figure 5.13- Exemple de mesure de l'indice de diversité issu de l'occupation du sol dans les vallées de la Braye. -----	128
Figure 5.14- Indice de la singularité du paysage de tronçon par rapport à la zone tampon : exemple de l'indicateur de contraste du ratio prairie/cultures (IPC) dans les vallées du sous bassin du Dué (BV Huisne). -	130
Figure 5.15- Formules des indicateurs de contraste et l'indice synthétique de contraste paysager. -----	130
Figure 5.16- Exemple de mesure de l'indice de singularité issu de l'occupation du sol dans les vallées du sous bassin du Dué. -----	131
Figure 5.17- Dendrogramme issu de la CAH réalisée sur les axes de l'AFC. -----	134
Figure 5.18- Types des paysages de vallées selon l'occupation du sol en 2003. -----	136
Figure 5.19- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers de vallées (Niveau I détaillé et composé de 30 types). -----	138
Figure 5.20- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé). -----	141
Figure 5.21- Typologie des paysages de vallées du sous bassin versant du loir (Niveau I détaillé). -----	142



Figure 5.22- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Sarthe (sans Huisne) (Niveau I détaillé).-----	143
Figure 5.23- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Mayenne (sans Oudon) (Niveau I détaillé).-----	144
Figure 5.24- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de l'Huisne (Niveau I détaillé).-----	145
Figure 5.25- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de l'Oudon (Niveau I détaillé).-----	146
Figure 5.26- Typologie finale des paysages de vallées en 2003 du sous bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé).-----	147
Figure 5.27- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers de vallées (Niveau II non détaillé).-----	148
Figure 5.28- Typologie des paysages de vallées du bassin versant de la Maine (Niveau II).-----	150
Figure 5.29- Distribution des vallées urbaines en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.-----	151
Figure 5.30- Distribution des vallées bocagères en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.-----	152
Figure 5.31- Distribution des vallées boisées à herbagères en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.-----	153
Figure 5.32- Distribution des vallées cultivées en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.-----	154
Figure 5.33- Distribution des vallées herbagères en 2003 du bassin versant de la Maine en fonction des types morphologiques.-----	155
Figure 6.1- Typologie morphologique des fonds des vallées du bassin versant de la Maine en douze classes. -	162
Figure 6.2- Carte d'occupation du sol en 2003 des fonds des vallées du BV de la Maine.-----	164
Figure 6.3- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers des fonds de vallées.-----	166
Figure 6.4- Types des paysages des fonds selon l'occupation du sol.-----	167
Figure 6.5- Typologie des fonds de vallées du bassin versant de la Maine.-----	169
Figure 6.6- Typologie morphologique des versants des vallées du bassin versant de la Maine en neuf classes.	173
Figure 6.7- Carte d'occupation du sol en 2003 des versants des vallées du BV de la Maine.-----	175
Figure 6.8- Types des paysages des versants selon l'occupation du sol en 2003.-----	177
Figure 6.9- Combinaison des deux typologies et distinction de types paysagers des versants de vallées.-----	178
Figure 6.10- Types des paysages des versants du BV de la Maine.-----	179
Figure 7.1- Caractéristiques moyennes des tronçons de vallées dans le BV de la Maine.-----	187
Figure 7.2- Place du bassin versant de la Maine par rapport des départements.-----	188
Figure 7.3- Carte générale des unités de paysage de Basse-Normandie.-----	190
Figure 7.4- Carte entités paysagères Eure-et-Loir.-----	192
Figure 7.5- Unités paysagères du département de Maine-et-Loire.-----	193
Figure 7.6 - Unités paysagères du département de la Mayenne.-----	195
Figure 7.7- Unités paysagères du département de la Sarthe.-----	196
Figure 7.8- Caractéristiques des vallées en Gorges (distribution des classes de l'occupation du sol).-----	198
Figure 7.9- Profil longitudinal de la Sarthe.-----	199
Figure 7.10- Profil en travers et orthophotoplan des vallées en gorges, exemple gorge de la Sarthe.-----	200
Figure 7.11- Comparaison des variables morphologiques des vallées en gorges.-----	200
Figure 7.12- Comparaison des classes de l'occupation du sol dans les tronçons des vallées gorges.-----	201
Figure 7.13- Superposition de l'Atlas des paysages à la typologie des paysages des vallées du bassin versant de la Sarthe.-----	203
Figure 7.14- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées dans le BV de la Maine.-----	204
Figure 7.15- Répartition des tronçons des vallées encaissées par les sous bassin et les types d'occupation du sol.-----	205
Figure 7.16- Localisation des vallées très encaissées dans le BV de la Maine (A2 à A5).-----	205
Figure 7.17- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées urbaines.-----	207
Figure 7.18- Exemple de Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées urbanisées (Escotais aval).-----	207
Figure 7.19- Caractéristiques des vallées très encaissées urbaines.-----	208
Figure 7.20- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées urbaines.-----	209
Figure 7.21- Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées bocagères, exemple la vallée de la Sarthe au-Nord du Gué Ory.-----	211
Figure 7.22- Localisation des vallées très encaissées bocagères.-----	212
Figure 7.23- Schéma d'une vallée très encaissée bocagère.-----	213

Figure 7.24- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées bocagères. ....	214
Figure 7.25- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées bocagères. ....	216
Figure 7.26- Tronçons de vallée de la Mayenne moyenne. ....	218
Figure 7.27- Comparaison des classes de l'occupation du sol des tronçons de la vallée de la Mayenne moyenne. ....	218
Figure 7.28- Localisation des vallées très encaissées cultivées. ....	222
Figure 7.29- Exemple du Profil en travers et orthophotoplan des vallées très encaissées cultivées. ....	223
Figure 7.30- Schéma d'une vallée très encaissée cultivée. ....	223
Figure 7.31- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées très encaissées boisées (l'Ornette moyenne). ....	225
Figure 7.32- Localisation des vallées très encaissées boisées. ....	226
Figure 7.33- Comparaison des variables morphologiques des vallées très encaissées boisées. ....	229
Figure 7.34- Schéma d'une vallée très encaissée boisées. ....	229
Figure 7.35- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées très encaissées boisées. ....	231
Figure 7.36- Position les vallées intermédiaires encaissées principales par rapport les vallées du BV de la Maine. ....	234
Figure 7.37- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées urbanisées (exemple : Le Mans). ....	235
Figure 7.38- Localisation des vallées intermédiaires encaissées urbanisées. ....	236
Figure 7.39- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée urbanisée. ....	236
Figure 7.40- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées bocagères, exemple vallée du Loir moyenne entre La Flèche et Le Lude. ....	238
Figure 7.41- Localisation des vallées intermédiaires encaissées bocagères principales du BV de la Maine. ....	239
Figure 7.42- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée bocagère. ....	240
Figure 7.43- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées bocagères. ....	242
Figure 7.44- Tronçons intermédiaires encaissées bocagères de la vallée de l'Huisne. ....	244
Figure 7.45- Profil longitudinal de l'Huisne avec les types de vallées. ....	245
Figure 7.46- Position les vallées intermédiaires encaissées cultivées principales. ....	248
Figure 7.47- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées cultivées. ....	250
Figure 7.48- Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées cultivées, exemple vallée du Loir moyenne près de La Chartre-sur-le-Loir. ....	251
Figure 7.49- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée cultivée. ....	251
Figure 7.50- Comparaison de répartition des classes d'occupation du sol des vallées intermédiaires encaissées cultivées. ....	253
Figure 7.51- Tronçons intermédiaires encaissées cultivés de la vallée du Loir. ....	254
Figure 7.52- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée boisées. ....	258
Figure 7.53- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées boisées, Les Cartes (BV Loir). ....	258
Figure 7.54- Localisation des vallées intermédiaires encaissées boisées. ....	259
Figure 7.55- Comparaison des variables morphologiques des vallées principales intermédiaires encaissées boisées. ....	261
Figure 7.56- Comparaison de répartition des classes d'occupation du sol des vallées intermédiaires encaissées boisées. ....	263
Figure 7.57- Localisation des vallées intermédiaires encaissées herbagères. ....	266
Figure 7.58- Schéma d'une vallée intermédiaire encaissée boisée. ....	267
Figure 7.59- Exemple du profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires encaissées herbagères, La Bienne aval (BV Sarthe). ....	267
Figure 7.60- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires encaissées herbagères. ....	268
Figure 7.61- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires du BV de la Maine. ....	271
Figure 7.62- Contribution les types d'occupation du sol par les tronçons des vallées intermédiaires. ....	272
Figure 7.63- Position les vallées intermédiaires par rapport les vallées du BV de la Maine. ....	273
Figure 7.64- Exemple de Profil en travers et orthophotoplan des vallées intermédiaires urbanisées (Le Dué). ....	274
Figure 7.65- Localisation des vallées intermédiaires urbaines. ....	275
Figure 7.66- Schéma une vallée intermédiaire urbaine. ....	276
Figure 7.67- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires urbaines. ....	276
Figure 7.68- Localisation des vallées intermédiaires bocagères. ....	279
Figure 7.69- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires bocagères, exemple de l'Egrenne aval. ....	280
Figure 7.70- Schéma d'une vallée intermédiaire bocagère. ....	280
Figure 7.71- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires bocagères. ....	282

Figure 7.72- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées intermédiaires bocagères. ....	284
Figure 7.73- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires cultivées, exemple de la Sarthe au Nord du Mans. ....	287
Figure 7.74- Localisation des vallées intermédiaires cultivées. ....	288
Figure 7.75- Schéma d'une vallée intermédiaire cultivée. ....	289
Figure 7.76- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires cultivées. ....	290
Figure 7.77- Comparaison des classes de l'occupation du sol des vallées intermédiaires cultivées (fond et versants). ....	292
Figure 7.78- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires boisées, exemple la vallée du Narais. ....	294
Figure 7.79- Localisation des vallées intermédiaires boisées. ....	295
Figure 7.80- Schéma d'une vallée intermédiaire boisée. ....	296
Figure 7.81- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires boisées. ....	296
Figure 7.82- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées intermédiaires herbagères, exemple la vallée de la Mée (BV Oudon). ....	299
Figure 7.83- Localisation des vallées intermédiaires herbagères. ....	300
Figure 7.84- Schéma d'une vallée intermédiaire herbagère. ....	301
Figure 7.85- Comparaison des variables morphologiques des vallées intermédiaires herbagères. ....	302
Figure 7.86- Profil en travers et Orthophotoplan des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées, exemple la vallée de l'Ernée aval. ....	305
Figure 7.87- Localisation des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées. ....	306
Figure 7.88- Schéma d'une vallée à méandre encaissée bocagère à boisée. ....	307
Figure 7.89- Comparaison des variables morphologiques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées. ....	308
Figure 7.90- Caractéristiques moyennes des vallées indistinctes du BV de la Maine. ....	310
Figure 7.91- Localisation des tronçons des vallées indistinctes dans le BV de la Maine. ....	311
Figure 7.92- Répartition des tronçons des vallées indistinctes par les sous bassin et les types d'occupation du sol. ....	312
Figure 7.93- Localisation des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	313
Figure 7.94- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères, exemple la vallée du Verdun aval (BV Loir). ....	314
Figure 7.95- Schéma d'une vallée évasée faiblement marquée boisée à bocagère. ....	314
Figure 7.96- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	316
Figure 7.97- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	317
Figure 7.98- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées faiblement marquées cultivées, exemple la vallée de la Conie Villeneuve amont (BV Loir). ....	319
Figure 7.99- Localisation des vallées évasées faiblement marquées cultivées. ....	320
Figure 7.100- Schéma d'une vallée évasée faiblement marquée cultivée. ....	321
Figure 7.101- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées faiblement marquées cultivées. ....	322
Figure 7.102- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères, exemple la vallée de la Marconne amont (BV Loir). ....	324
Figure 7.103- Localisation des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères. ....	325
Figure 7.104- Schéma d'une vallée évasée des têtes de bassins boisée à bocagère. ....	326
Figure 7.105- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagère. ....	326
Figure 7.106- Localisation des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. ....	329
Figure 7.107- Profil en travers et orthophotoplan des vallées évasées des têtes de bassins cultivées, exemple la vallée de la Brisse (BV Loir). ....	330
Figure 7.108- Schéma d'une vallée évasée des têtes de bassins cultivé. ....	330
Figure 7.109- Comparaison des variables morphologiques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. ....	331
Figure 7.110- Caractéristiques moyennes des basses vallées du BV de la Maine. ....	333
Figure 7.111- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées urbanisées. ....	334
Figure 7.112- Localisation des basses vallées urbanisées. ....	335
Figure 7.113- Schéma d'une basse vallée urbanisée. ....	335
Figure 7.114- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées bocagères (exemple Le Loir aval). ....	337
Figure 7.115- Localisation des basses vallées bocagères. ....	338
Figure 7.116- Schéma d'une basse vallée bocagère. ....	339
Figure 7.117- Comparaison des variables morphologiques des basses vallées bocagères. ....	340

Figure 7.118- Profil en travers et orthophotoplan des basses vallées cultivées (La Sarthe aval au sud du Mans).	342
Figure 7.119- Schéma d'une basse vallée cultivée.	343
Figure 7.120- Localisation des basses vallées cultivées.	343
Figure 8.1- Synthèse des approches géographiques du paysage	349
Figure 8.2- Rencontre méthodologique entre télédétection et paysage (variables paysagères qui peuvent être mesurées par la télédétection)	350
Figure 8.3- Chaîne de traitements pour l'élaboration des zones d'entraînement (exemple scène 199/26)	354
Figure 8.4- Carte d'occupation du sol de 1984 du bassin versant de la Maine en fonction de la méthode de la classification du Maximum de Vraisemblance.	356
Figure 8.5- Méthodologie de détection des changements.	357
Figure 8.6- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Maine.	358
Figure 8.7- Taux d'évolution des surfaces d'occupation du sol au BV de la Maine entre 1984 et 2003.	360
Figure 8.8- Changements d'occupation du sol entre 1984 et 2003.	361
Figure 8.9- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV du Loir.	363
Figure 8.10 - Changements d'occupation du sol du BV du Loir entre 1984 et 2003.	364
Figure 8.11- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Sarthe (hors Huisne).	365
Figure 8.12- Changements d'occupation du sol du BV de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.	366
Figure 8.13- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Mayenne (hors Oudon).	367
Figure 8.14- Changements d'occupation du sol du BV de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.	368
Figure 8.15- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de l'Huisne.	369
Figure 8.16- Changements d'occupation du sol du BV de l'Huisne entre 1984 et 2003.	370
Figure 8.17- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de l'Oudon.	371
Figure 8.18- Changements d'occupation du sol du BV de l'Oudon entre 1984 et 2003.	372
Figure 8.19- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Maine aval.	373
Figure 8.20- Changements d'occupation du sol du BV de la Maine aval entre 1984 et 2003.	374
Figure 8.21- Évolution de l'occupation du sol dans les 6 sous-bassins versants de la Maine.	376
Figure 8.22- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV du Loir.	378
Figure 8.23- Changements d'occupation du sol des vallées du BV du Loir entre 1984 et 2003.	379
Figure 8.24- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les du BV de la Sarthe (hors Huisne).	380
Figure 8.25- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003.	381
Figure 8.26- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans le BV de la Mayenne (hors Oudon).	382
Figure 8.27- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003.	383
Figure 8.28- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de l'Huisne.	384
Figure 8.29- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de l'Huisne entre 1984 et 2003.	385
Figure 8.30- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de l'Oudon.	386
Figure 8.31- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de l'Oudon entre 1984 et 2003.	387
Figure 8.32- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 dans les vallées du BV de la Maine aval.	388
Figure 8.33- Changements d'occupation du sol des vallées du BV de la Maine aval entre 1984 et 2003.	389
Figure 8.34- Évolution de l'occupation du sol dans les vallées des 6 sous-bassins versants de la Maine.	391
Figure 9.1- Quatre indicateurs décrivant la singularité des paysages de vallées en 1984.	397
Figure 9.2- Types des paysages de vallées selon l'occupation du sol en 1984.	400
Figure 9.3- Typologie finale des paysages de vallées en 1984 du bassin versant de la Maine (Niveau I détaillé).	403
Figure 9.4- Typologie des paysages de vallées en 1984 du bassin versant de la Maine (Niveau II).	405
Figure 9.5- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant du Loir (Niveau II).	406
Figure 9.6- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Sarthe (hors Huisne) (Niveau II).	407

Figure 9.7- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Mayenne (hors Oudon) (Niveau II). -----	408
Figure 9.8- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de l'Huisne (Niveau II). -----	409
Figure 9.9- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de l'Oudon (Niveau II). -----	410
Figure 9.10- Typologie des paysages de vallées en 1984 du sous bassin versant de la Maine (Niveau II). -----	411
Figure 10.1- Étape d'analyse des changements par la typologie des types de vallée entre 1984 et 2003 dans le bassin versant de la Maine. -----	415
Figure 10.2- Comparaison de l'évolution des types de vallée entre 1984 et 2003(ce sont des % de nombre de type de vallée qui correspond aux niveaux de changement). -----	417
Figure 10.3- Types de vallée du BV de la Maine entre 1984 et 2003. -----	418
Figure 10.4- Répartition des types de vallée en fonction des types d'occupation du sol entre 1984 et 2003 dans les vallées du BV de la Maine. -----	419
Figure 10.5- Taux de l'évolution des types d'occupation du sol entre 1984 et 2003 -----	419
Figure 10.6- Types de vallée en fonction des types d'occupation du sol par sous bassin versant de la Maine en 1984. -----	420
Figure 10.7- Types de vallée en fonction des types d'occupation du sol par sous bassin versant de la Maine en 2003. -----	420
Figure 10.8- Types de vallée en fonction d'occupation du sol entre 1984 et 2003. -----	421
Figure 10.9- Part des surfaces utilisée pour l'agriculture en fonction des types de paysages de vallée entre 1984 et 2003. -----	423
Figure 10.10- Répartition des surfaces en herbe dans la surface agricole selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003(en %). -----	424
Figure 10.11- Répartition des surfaces forestières selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003 (en %). -----	425
Figure 10.12- Répartition des surfaces bâties selon les types de paysages de vallée entre 1984 et 2003(en %). -----	427
Figure 10.13- Répartition des types de vallée du Loir entre 1984 et 2003. -----	428
Figure 10.14- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant du Loir entre 1984 et 2003. -----	429
Figure 10.15- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	431
Figure 10.16- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	432
Figure 10.17- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	433
Figure 10.23- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées du Loir et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	434
Figure 10.19- Répartition des types de vallée de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003. -----	436
Figure 10.20- Évolution des types de paysages de vallée du sous bassin versant de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003. -----	437
Figure 10.21- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	439
Figure 10.22- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	440
Figure 10.23- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	441
Figure 10.24- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Sarthe et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	442
Figure 10.25- Répartition des types de vallée de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003. -----	443
Figure 10.26- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003. -----	444
Figure 10.27- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	446
Figure 10.28- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	447
Figure 10.29- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	448
Figure 10.30- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Mayenne et les zones environnantes entre 1984 et 2003. -----	449
Figure 10.31- Répartition des types de vallée de l'Huisne entre 1984 et 2003. -----	450
Figure 10.32- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de l'Huisne entre 1984 et 2003. -----	451



Figure 10.33- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	453
Figure 10.34- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	454
Figure 10.35- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	455
Figure 10.36- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de l'Huisne et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	456
Figure 10.37- Répartition des types de vallée de l'Oudon entre 1984 et 2003.	457
Figure 10.38- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de l'Oudon entre 1984 et 2003.	458
Figure 10.39- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	460
Figure 10.40- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	461
Figure 10.41- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	462
Figure 10.42- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de l'Oudon et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	463
Figure 10.43- Répartition des types de vallée de la Maine aval entre 1984 et 2003.	464
Figure 10.44- Évolution des types des paysages de vallée du sous bassin versant de la Maine aval entre 1984 et 2003.	465
Figure 10.45- Indicateur de contraste du taux des boisements entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	466
Figure 10.46- Indicateur de contraste d'emprise urbaine entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	467
Figure 10.47- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	468
Figure 10.48- Indicateur de contraste synthétique paysager entre les vallées de la Maine aval et les zones environnantes entre 1984 et 2003.	469
Figure 10.49- Trajectoires des évolutions des types de vallée entre 1984 et 2003.	475
Figure 10.50- Dynamiques de vallées du BV de la Maine entre 1984 et 2003.	477

## Table des tableaux

Tableau 2.1- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur le Loir -----	40
Tableau 2.2- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Sarthe-----	48
Tableau 2.3- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Mayenne -----	52
Tableau 2.4- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur l'Huisne -----	57
Tableau 2.5- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur l'Oudon -----	61
Tableau 2.6- Débits caractéristiques aux stations hydrométriques situées sur la Maine aval -----	64
Tableau 3.1- Seuils de voisinage et critères des pentes des versants retenus. -----	83
Tableau 4.1- Les variables morphologiques utilisées. -----	95
Tableau 4.2- Contribution des variables retenues pour l'ACP effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallées du bassin versant de la Maine. -----	98
Tableau 4.3- Description des trois types de forme de vallées » isolés par la CAH. -----	99
Tableau 4.4- Description des trois types de forme de « vallées gorges et très encaissées » isolés par la CAH.--	100
Tableau 4.5 - Contribution des variables retenues pour l'ACP effectuée sur l'ensemble des 448 tronçons de la classe intermédiaire (groupe n° 2) dans le bassin versant de la Maine. -----	101
Tableau 4.6- Description des sept types de forme de « vallées intermédiaires » isolés par la CAH. -----	103
Tableau 5.1- Caractéristiques des images LANDSAT ETM+ utilisées dans la classification supervisée. -----	109
Tableau 5.2- Exemple de valeurs de transformée de séparabilité de divergence ici pour la scène 199/26 de 29 juillet 2003-----	117
Tableau 5.3- Exemple de matrice de confusion sur parcelles de contrôle avec la classification de scène 199/26 de Landsat ETM+ pour la période de juillet 2003. -----	118
Tableau 5.4- Exemple d'indices précisions de la classification de scène 199/26 de Landsat ETM+ pour la période de juillet 2003. -----	118
Tableau 5.5- Les superficies d'occupation du sol à l'intérieur du bassin versant de la Maine issues du traitement de Landsat ETM + 2003. -----	119
Tableau 5.6- Évaluation de la classification 2003 avec les données de statistique agricole annuelle (SAA, 2003) du bassin versant de la Sarthe. -----	121
Tableau 5.7- Évaluation de la classification 2003 avec les données de statistique agricole annuelle (SAA, 2003) du bassin versant de la Sarthe. -----	122
Tableau 5.8- Les superficies (en %) des classes d'occupation du sol à l'intérieur des vallées du chaque bassin versant de la Maine. -----	122
Tableau 5.9- Caractéristiques des vallées du bassin de la Brayre représentant l'indice de la diversité interne des paysages de vallées-----	127
Tableau 5.10- Paramètres des zones tampons. -----	129
Tableau 5.11- Exemple du calcul des indicateurs de contraste dans la vallée du Dué (BV Huisne). -----	129
Tableau 5.12- Contribution des variables retenues pour l'AFC effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallée du bassin versant de la Maine. -----	133
Tableau 5.13- Description des huit types de motifs d'occupation du sol dégagés par la CAH de tronçons de vallées. -----	135
Tableau 5.14- Liste des 30 types de paysages de vallées (Niveau I) du bassin versant de la Maine. -----	139
Tableau 5.15- Liste des 23 types de paysages de vallées (Niveau II). -----	149
Tableau 6.1- Les variables morphologiques utilisées. -----	158
Tableau 6.2- Description des trois types de forme de fonds de vallées » isolés par la CAH. -----	159
Tableau 6.3- Description des trois types de forme de « fonds gorges et très encaissées » isolés par la CAH de fonds de vallées. -----	160
Tableau 6.4- Description des sept types de forme de « fonds intermédiaires » isolés par la CAH de fonds de vallées. -----	161
Tableau 6.5- Description des 12 types de forme de fonds de vallées (approche morphologique). -----	163
Tableau 6.6- Liste des indicateurs d'occupation du sol. -----	163
Tableau 6.7- Description des huit types de motifs d'occupation du sol 2003 dégagés par la CAH de tronçons de fonds de vallées. -----	165
Tableau 6.8- Liste des 23 types de paysages des fonds de vallées. -----	168
Tableau 6.9- Les variables morphologiques utilisées. -----	170
Tableau 6.10- Description des trois types de forme de versants de vallées isolés par la CAH.-----	170
Tableau 6.11- Description des trois types de forme de « versants de gorges et très pentus » isolés par la CAH de versants de vallées. -----	171

Tableau 6.12- Description des cinq types de forme de «versants intermédiaires» isolés par la CAH de versants de vallées. -----	172
Tableau 6.13- Description des 9 types de forme des versants de vallées (approche morphologique).-----	174
Tableau 6.14- Liste des indicateurs d'occupation du sol. -----	174
Tableau 6.15- Description des huit types de motifs d'occupation du sol 2003 dégagés par la CAH de tronçons de versants de vallées. -----	176
Tableau 6.16- Liste des 22 types de paysages des versants de vallées. -----	178
Tableau 6.17- Comparaison de la distribution des types d'occupation du sol selon la composition d'une vallée. -----	180
Tableau 7.1- Liste des 23 types de paysages de vallées. -----	184
Tableau 7.2- Caractéristiques moyennes des vallées gorges boisées. -----	197
Tableau 7.3- Caractéristiques morphométriques des vallées en gorges. -----	200
Tableau 7.4- Répartition des types d'occupation du sol en fonction des vallées en gorges.-----	201
Tableau 7.5- Nombre des tronçons des vallées très encaissées par sous bassins versants de la Maine. -----	205
Tableau 7.6- Nombre de tronçons des vallées très encaissées par les types d'occupation et sous bassin de la Maine. -----	205
Tableau 7.7- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées urbaines. -----	206
Tableau 7.8- Caractéristiques morphométriques des vallées très encaissées urbaines. -----	206
Tableau 7.9- Répartition des types d'occupation du sol par les tronçons très encaissés urbanisés. -----	209
Tableau 7.10- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées bocagères. -----	211
Tableau 7.11- Caractéristiques morphométriques des vallées très encaissées bocagères. -----	213
Tableau 7.12- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons très encaissés bocagers. -----	215
Tableau 7.13- Caractéristiques morphométriques de vallée de la Mayenne moyenne. -----	217
Tableau 7.14- Répartition des types d'occupation du sol dans les tronçons des vallées très encaissées bocagères de la Mayenne. -----	218
Tableau 7.15- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées cultivées. -----	221
Tableau 7.16- Caractéristiques morphométriques des vallées encaissées cultivées. -----	221
Tableau 7.17- Répartitions des types d'occupation du sol en fonction des tronçons cultivées.-----	224
Tableau 7.18- Caractéristiques moyennes des vallées très encaissées boisées. -----	225
Tableau 7.19- Caractéristiques morphométriques des vallées principales encaissées boisées. -----	228
Tableau 7.20- Répartitions des types d'occupation du sol par des tronçons boisées. -----	230
Tableau 7.21- Types des vallées intermédiaires encaissées. -----	233
Tableau 7.22- Contribution des tronçons des vallées intermédiaires encaissées par rapport les sous bassins versants de la Maine. -----	233
Tableau 7.23- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires en fonction les types d'occupation et les sous bassins versants de la Maine. -----	233
Tableau 7.24- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées urbanisées. -----	235
Tableau 7.25- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires encaissées urbanisées. -----	237
Tableau 7.26- Répartition des types d'occupation du sol en fonction des tronçons urbanisés. -----	237
Tableau 7.27- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées bocagères. -----	238
Tableau 7.28- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées bocagères. -----	241
Tableau 7.29- Contribution des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées bocagères. -----	243
Tableau 7.30- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées cultivées. -----	247
Tableau 7.31- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées cultivées. -----	249
Tableau 7.32- Répartition des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées cultivées. -----	252
Tableau 7.33- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées boisées. -----	257
Tableau 7.34- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées boisées. --	260
Tableau 7.35- Répartition des types d'occupation du sol des vallées principales intermédiaires encaissées boisées. -----	262
Tableau 7.36- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires encaissées herbagères. -----	265
Tableau 7.37- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires encaissées herbagères. -----	268
Tableau 7.38- Répartitions des types d'occupation du sol en fonction des tronçons herbagères. -----	269
Tableau 7.39- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires par sous bassins versants de la Maine. -----	272
Tableau 7.40- Nombre des tronçons des vallées intermédiaires par les types d'occupation. -----	272
Tableau 7.41- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires urbaines. -----	274
Tableau 7.42- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires urbaines. -----	276
Tableau 7.43- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires urbains. -----	277

Tableau 7.44- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires bocagères. ....	278
Tableau 7.45- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires bocagères. ....	281
Tableau 7.46- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires bocagères. ....	283
Tableau 7.47- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires cultivées. ....	287
Tableau 7.48- Caractéristiques morphométriques des vallées principales intermédiaires cultivées. ....	289
Tableau 7.49- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires cultivés. ....	291
Tableau 7.50- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires boisées. ....	294
Tableau 7.51- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires boisées. ....	296
Tableau 7.52- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires boisés. ....	297
Tableau 7.53- Caractéristiques moyennes des vallées intermédiaires herbagères. ....	299
Tableau 7.54- Caractéristiques morphométriques des vallées intermédiaires herbagères. ....	301
Tableau 7.55- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons intermédiaires herbagers. ....	302
Tableau 7.56- Caractéristiques moyennes des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées. ....	305
Tableau 7.57- Caractéristiques morphométriques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées. ....	307
Tableau 7.58- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées. ....	309
Tableau 7.59- Nombre des tronçons des vallées indistinctes par sous bassins versants de la Maine. ....	312
Tableau 7.60- Caractéristiques moyennes des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	312
Tableau 7.61- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	315
Tableau 7.62- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. ....	316
Tableau 7.63- Caractéristiques moyennes des vallées évasées faiblement marquées cultivées. ....	319
Tableau 7.64- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées faiblement marquées cultivées. ....	321
Tableau 7.65- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées faiblement marquées cultivées. ....	322
Tableau 7.66- Caractéristiques moyennes des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères. ....	324
Tableau 7.67- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères. ....	326
Tableau 7.68- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères. ....	327
Tableau 7.69- Caractéristiques moyennes des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. ....	328
Tableau 7.70- Caractéristiques morphométriques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. ....	331
Tableau 7.71- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. ....	332
Tableau 7.72- Caractéristiques moyennes des basses vallées urbanisées. ....	334
Tableau 7.73- Caractéristiques morphométriques des basses vallées urbanisées. ....	336
Tableau 7.74- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des basses vallées urbanisées. ....	336
Tableau 7.75- Caractéristiques moyennes des basses vallées bocagères. ....	337
Tableau 7.76- Caractéristiques morphométriques des basses vallées bocagères. ....	339
Tableau 7.77- Répartition des types d'occupation du sol par des tronçons des basses vallées bocagères. ....	340
Tableau 7.78- Caractéristiques des basses vallées cultivées. ....	342
Tableau 8.1- Méthodes d'analyse diachronique des paysages ....	351
Tableau 8.2- Caractéristiques d'image TM utilisée pour identifier les l'eau, le bâti et les forêts. ....	353
Tableau 8.3- Exemple de valeurs de transformée de séparabilité de divergence ici pour la scène TM 199/26--	355
Tableau 8.4- Exemple de matrice de confusion sur parcelles de contrôle avec la classification de scène 199/26 de Landsat TM en 1984. ....	355
Tableau 8.5- Exemple d'indices précisions de la classification de scène 199/26 de Landsat TM pour la période de juin 1984. ....	355
Tableau 8.6- Caractéristiques de l'occupation du sol en 1984 et en 2003. ....	358
Tableau 8.7- Répartition des changements entre 1984 et 2003. ....	359
Tableau 8.8- Transferts d'occupation du sol du bassin versant de la Maine entre 1984 et 2003. ....	359
Tableau 8.9- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 et dans les sous bassins versants de la Maine. ....	362
Tableau 8.10- Répartition des différents types d'occupation du sol en 1984 et en 2003 et dans les vallées des sous bassins versants de la Maine. ....	377
Tableau 9.1- Contribution des variables retenues pour l'AFC effectuée sur l'ensemble des 548 tronçons de vallée du bassin versant de la Maine en 1984. ....	398
Tableau 9.2- Description des huit types de motifs d'occupation du sol en 1984 dégagés par la CAH de tronçons de vallées. ....	399
Tableau 9.3- Liste des 30 types de paysages de vallées (Niveau 1) en 1984 du bassin versant de la Maine. ....	401

Tableau 9.4- Liste des 23 types de paysages de vallées en 1984 (Niveau II).-----	404
Tableau 10.1- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003.-----	416
Tableau 10.2- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées du Loir.-----	428
Tableau 10.3- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	430
Tableau 10.4- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	430
Tableau 10.5- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	435
Tableau 10.6- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	435
Tableau 10.7- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Sarthe (hors Huisne). --	436
Tableau 10.8- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	438
Tableau 10.9- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	438
Tableau 10.10- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	439
Tableau 10.11- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	440
Tableau 10.12- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Mayenne (hors Oudon).-----	443
Tableau 10.13- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	445
Tableau 10.14- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	445
Tableau 10.15- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	445
Tableau 10.16- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	448
Tableau 10.17- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de l'Huisne.-----	450
Tableau 10.18- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	452
Tableau 10.19- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	452
Tableau 10.20- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	452
Tableau 10.21- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	453
Tableau 10.22- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de l'Oudon.-----	457
Tableau 10.23- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	459
Tableau 10.24- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	459
Tableau 10.25- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	460
Tableau 10.26- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	462
Tableau 10.27- Évolution des types de vallée entre 1984 et 2003 dans les vallées de la Maine aval.-----	464
Tableau 10.28- Indicateur de contraste du taux des boisements.-----	466
Tableau 10.29- Indicateur de contraste d'emprise urbaine.-----	466
Tableau 10.30- Indicateur de contraste du ratio prairies permanentes/cultures.-----	467
Tableau 10.31- Indicateur de contraste synthétique paysager.-----	468



## **Table des photographies**

Photographie 7.1- Illustrations photographiques des vallées gorges.-----	202
Photographie 7.2- Illustrations photographiques des vallées très encaissées urbaines. -----	209
Photographie 7.3- Illustrations photographiques de vallée de l'Escotais. -----	210
Photographie 7.4- Illustrations photographiques des vallées très encaissées : exemple tronçons de la Mayenne. -----	219
Photographie 5.5- Illustrations photographiques des vallées de la Jambette aval, la Cloche amont et le Dinan amont. -----	224
Photographie 7.6- Illustrations photographiques des vallées très encaissées boisées. -----	227
Photographie 7.7- Illustrations photographiques des vallées très encaissées boisées. -----	232
Photographie 7.8- Illustrations photographiques des vallées de la Sarthe au Mans. -----	237
Photographie 7.9- Illustrations photographiques de vallée de l'Huisne. -----	246
Photographie 7.10- Illustrations photographiques de vallées intermédiaires encaissées cultivées, exemple : le Loir. -----	256
Photographie 7.11- Exemples photographiques des vallées intermédiaires encaissées boisées. -----	264
Photographie 7.12- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires encaissées herbagères. -----	270
Photographie 7.13- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires urbaines (exemple : Huisne aval). -----	277
Photographie 7.14- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires bocagères, exemples la Mayenne amont2, l'Erve amont. -----	285
Photographie 7.15- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires bocagères, exemple la Sarthe amont. -----	286
Photographie 7.16- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires cultivées (exemple le Loir amont et la Sarthe moyenne). -----	293
Photographie 7.17- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires boisées.-----	298
Photographie 7.18- Illustrations photographiques des vallées intermédiaires herbagères. -----	304
Photographie 7.19- Illustrations photographiques des vallées à méandres encaissées bocagères à boisées (exemple : l'Huisne amont et le Loir amont). -----	309
Photographie 7.20- Illustrations photographiques des vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères. -----	318
Photographie 7.21- Illustrations photographiques des vallées évasées faiblement marquées cultivées.-----	323
Photographie 7.22- Illustrations photographiques des vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères. -----	327
Photographie 7.23- Illustrations photographiques des vallées évasées des têtes de bassins cultivées. -----	332
Photographie 7.24- Illustrations photographiques des basses vallées urbanisées. -----	336
Photographie 7.25- Illustrations photographiques des basses vallées bocagères.-----	341
Photographie 7.26- Illustrations photographiques des basses vallées cultivées. -----	344

## Table des matières

Remerciements-----	3
Listes des sigles et abréviations -----	5
Sommaire -----	6
<b>Introduction générale</b> -----	7
Cadre général -----	7
Objectifs de la recherche -----	8
Plan de la thèse -----	10
Justification du choix du cas d'étude -----	11
<b><u>Partie I : Conception de l'approche du paysage</u></b> -----	12
<b>Chapitre 1 : Approche conceptuelle du paysage</b> -----	13
Introduction du Chapitre 1 -----	14
1.1. Concept de paysage -----	14
1.2. Méthodes des approches paysagères -----	15
1.2.2. Le système visible -----	17
1.2.3. Le paysage perçu -----	17
1.2.4. Le système utilisateur -----	17
1.2.5. Diagnostic paysager -----	18
1.3. Méthodes de typologie des paysages -----	20
1.3.1. Approche subjective ou sensible -----	20
- La méthode des atlas de paysages -----	20
- L'observatoire photographique des paysages -----	24
1.3.2. Approches objective ou géographiques -----	24
- La simulation cartographique des paysages visibles -----	24
- L'Atlas des paysages de Franche-Comté -----	25
- Inventaire Forestier National -----	26
1.4. Choix d'une approche adaptée -----	26
1.4.1. Objectifs des traitements envisagés -----	26
1.4.2. La fonction des vallées et les paysages associés -----	28
1.5. Outils géomatiques pour caractériser les paysages (télédétection et SIG) -----	29
1.5.1. Fonctions et rôle des SIG dans l'étude du paysage -----	30
1.5.2. Télédétection et étude de paysage -----	31
Conclusion du Chapitre 1 -----	32
<b>Chapitre 2 : Présentation du bassin versant de la Maine</b> -----	34
Introduction du Chapitre 2 -----	35
2.1. Contexte général du bassin versant de la Maine -----	35
2.2. Le bassin du Loir -----	37
2.3. Le bassin de la Sarthe (hors Huisne) -----	45
2.4. Le bassin de la Mayenne (hors Oudon) -----	50
2.5. Le bassin de l'Huisne -----	55
2.6. Le bassin de l'Oudon -----	59
2.7. Le bassin de la Maine aval -----	63
Conclusion du Chapitre 2 -----	66
Conclusion de la partie I : Conception de l'approche du paysage -----	67
<b><u>Partie II : Caractérisation des paysages de vallées du bassin versant de la Maine</u></b> -----	68
Introduction de la partie II -----	69
<b>Chapitre 3 : Méthode multiscale pour caractériser les vallées, étapes de définition de l'objet d'étude et des tronçons homogènes</b> -----	71
Introduction du Chapitre 3 -----	72
3.1. Délimitation des vallées, choix d'une méthode adaptée -----	73
3.1.1. Les données de référence : -----	74
3.1.2. Classification par la position de pente -----	77

3.2. Application la méthode de TPI pour extraire les contours de vallées -----	79
3.2.1. Extraction du réseau hydrographique -----	79
- Processus de l'extraction du réseau hydrographique -----	79
- Validité du réseau hydrographique extrait -----	80
3.2.2. Extraction des contours des vallées -----	81
3.2.3. Validation de délimitation de contours de vallées -----	86
3.3. Méthode du découpage des vallées en entités paysagères -----	88
3.3.1. Discrimination des tronçons -----	88
- Ordre des cours d'eau (ordination de Strahler) -----	89
- Largeur moyenne du fond de vallée -----	89
- La pente moyenne des versants -----	89
- La part de surface occupée par le fond de vallée et le versant -----	89
Conclusion du Chapitre 3 -----	92
<b>Chapitre 4 : La caractérisation des paysages de vallées (Approche morphologique) -----</b>	<b>93</b>
Introduction du Chapitre 4 -----	94
4.1. Choix des critères morphologiques (morphométriques) des tronçons de vallées et description des variables retenues -----	94
4.2. Modalités de description des variables morphologiques -----	95
4.3. Traitement des variables et typologie. -----	97
4.3.1. Caractérisation des vallées en Gorges et très encaissées -----	99
4.3.2. Caractérisation des vallées intermédiaires -----	100
Conclusion du Chapitre 4 -----	106
<b>Chapitre 5 : La caractérisation du paysage des vallées (Approche de couverture du sol) -----</b>	<b>107</b>
Introduction du Chapitre 5 -----	108
5.1. Cartographie des types des couvertures du sol -----	108
5.1.1. Critères de cartographie -----	108
5.1.2. Prétraitement des images Landsat 7 ETM+ -----	111
- <i>Mission de reconnaissance et relevés de terrain</i> -----	113
5.1.3. Traitement des images Landsat 7 ETM+ -----	114
- <i>Classification de la composition colorée</i> -----	114
- <i>Méthodologie de saisie des zones d'entraînement</i> -----	115
- <i>Analyse de séparabilité des classes</i> -----	117
5.1.4. Validation de la classification -----	117
5.1.5. Carte d'occupation finale -----	118
5.2. Interprétation des résultats -----	119
5.3. Extraction de carte d'occupation du sol de vallées -----	122
5.4. Extraction d'indicateurs paysagers -----	124
5.4.1. Indice de diversité interne du paysage de vallée -----	124
5.4.2. Singularité du paysage de vallée -----	129
5.5. Typologie des vallées en fonction des motifs d'occupation du sol -----	132
5.5.1. Analyse factorielle des correspondances (AFC) des variables d'occupation du sol -----	132
5.5.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) des variables d'occupation du sol -----	133
5.6. Réalisation d'une typologie finale des paysages de vallées -----	137
5.6.1. Une combinaison des résultats de l'approche morphologique et des occupations du sol (Niveau I détaillé) -----	137
5.6.2. Nouvelle combinaison des deux typologies morphologique et des occupations du sol -----	148
Conclusion du Chapitre 5 -----	156
<b>Chapitre 6 : Réalisation d'une typologie des fonds de vallées et des versants -----</b>	<b>157</b>
Introduction du Chapitre 6 -----	158
6.1. Typologie des fonds de vallées -----	158
6.1.1 Approche morphologique -----	158
- Les variables de classification retenues -----	158
- Analyse en composante principale (ACP) des variables morphométriques -----	158
- Classification des fonds en Gorges et très encaissées -----	159
- Classification des fonds intermédiaires -----	160
6.1.2. Approche d'occupation du sol -----	163
- Extraction de carte d'occupation du sol de fonds -----	163

- Une combinaison des résultats de l'approche morphologique et de l'occupation du sol-----	166
6.2. Typologie des versants de vallées -----	170
6.2.1. Approche morphologique-----	170
- Les variables de classification retenues -----	170
- Classification des versants intermédiaires -----	171
6.2.2. Approche d'occupation du sol -----	174
6.3. Résultat de la typologie lié aux échelles du travail-----	180
Conclusion du Chapitre 6-----	180

Conclusion de la partie II : Typologie et caractérisation du paysage des vallées du bassin versant de la Maine 181

### **Partie III: Résultats de l'application de la typologie aux vallées du bassin de la Maine**

#### **Caractérisation les entités paysagères-----**

<b>Chapitre 7 : Caractérisation les entités paysagères des vallées du bassin versant de la Maine -----</b>	<b>182</b>
Introduction du Chapitre 7 -----	183
7.1. Les principaux résultats et présentation des atlas du paysage -----	183
7.2. Les tronçons des vallées en gorges « A1 »-----	197
7.3. Les tronçons des vallées très encaissées (A2 à A5)-----	204
7.3.1. Les vallées très encaissées urbaines « A2 »-----	206
7.3.2. Les vallées très encaissées bocagères « A3 »-----	210
7.3.3. Les vallées très encaissées cultivées « A4 »-----	220
7.3.4. Les vallées très encaissées boisées « A5 »-----	225
7.4. Les vallées intermédiaires encaissées « B »-----	233
7.4.1. Les vallées intermédiaires encaissées urbanisées « B1 »-----	235
7.4.2. Les vallées intermédiaires encaissées bocagères « B2 »-----	238
7.4.3. Les vallées intermédiaires encaissées cultures « B3 »-----	247
7.4.4. Les vallées intermédiaires encaissées boisées « B4 »-----	257
7.4.5. Les vallées intermédiaires encaissées herbagères « B5 »-----	265
7.5. Les vallées intermédiaires « C »-----	271
7.5.1. Les vallées intermédiaires urbaines «C1 »-----	274
7.5.2. Les vallées intermédiaires bocagères « C2 »-----	278
7.5.3. Les vallées intermédiaires cultivées « C3 »-----	287
7.5.4. Les vallées intermédiaires boisées « C4 »-----	294
7.5.5. Les vallées intermédiaires herbagères « C5 »-----	299
7.6. « Vallées à méandres encaissées bocagères à boisées » « D »-----	305
7.7. Vallées indistinctes « E »-----	310
7.7.1. Vallées évasées faiblement marquées boisées à bocagères « E1.1. »-----	312
7.7.2. Vallées évasées faiblement marquées cultivées «E1.2. »-----	319
7.7.3. Vallées évasées des têtes de bassins boisées à bocagères « E2.1. »-----	324
7.7.4. Vallées évasées des têtes de bassins cultivées « E2.2. »-----	328
7.8. Une diversité liée aux grandes basses vallées « F »-----	333
7.8.1. Basses vallées urbanisées « F1.1. »-----	334
7.8.2. Basses vallées bocagères (herbagères) « F1.2 »-----	337
7.8.3. Cas particulier de Basses vallées cultivées « F2 »-----	342
Conclusion de la IIIè partie :-----	344

### **Partie IV: Analyse diachronique et identification des enjeux des paysages des vallées-**

Introduction de la partie IV -----	347
------------------------------------	-----

#### **Chapitre 8 : Approche de la dynamique du paysage et cartographie des changements des paysages du bassin versant de la Maine -----**

Introduction du Chapitre 8 -----	349
8.1. Le concept de dynamique du paysage -----	349
8.2. Démarches d'analyse diachronique des paysages (Revue de littérature sur les méthodes existantes) --	351
8.3. Réalisation des cartes d'occupation du sol en 1984-----	352
8.3.1. Traitement des images de 1984 -----	353
- Correction radiométrique et atmosphérique -----	353
- Correction géométriques -----	353

8.3.2. Classification des images de 1984-----	354
8.4. Détection des changements-----	357
8.4.1. Analyse des changements d'occupation du sol à l'unité du bassin versant entier -----	358
8.4.2. Analyse des changements d'occupation du sol par sous bassin versant-----	362
8.4.2.1. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant du <u>Loir</u> -----	363
8.4.2.2. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de la <u>Sarthe (hors Huisne)</u> -----	365
8.4.2.3. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de la <u>Mayenne (hors Oudon)</u> -----	367
8.4.2.4. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de l' <u>Huisne</u> -----	369
8.4.2.5. Analyse des changements d'occupation du sol dans le bassin versant de l' <u>Oudon</u> -----	371
8.4.2.6. Analyse des changements d'occupation du sol dans le sous-bassin versant <u>aval de la Maine</u> -	373
8.4.2.7. Comparaison des changements d'occupation du sol entre les sous bassins versants -----	375
8.4.3. Analyse des changements d'occupation du sol à l'unité de vallée -----	375
8.4.3.1. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant du <u>Loir</u> ----	378
8.4.3.2. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de la <u>Sarthe (hors Huisne)</u> -----	380
8.4.3.3. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de la <u>Mayenne (hors Oudon)</u> -----	382
8.4.3.4. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de l' <u>Huisne</u> -----	384
8.4.3.5. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du bassin versant de l' <u>Oudon</u> -----	386
8.4.3.6. Analyse des changements d'occupation du sol dans les vallées du sous-bassin <u>aval de la Maine</u> -----	388
8.4.3.7. Comparaison des changements d'occupation du sol entre les vallées -----	390
Conclusion du Chapitre 8-----	392
<b>Chapitre 9 : Réalisation une typologie des paysages de vallées de 1984</b> -----	394
Introduction du Chapitre 9 -----	395
9.1. Réalisation d'une typologie d'occupation du sol en 1984 -----	395
9.1.1. Extraction d'indices paysagers-----	395
9.1.2. Traitement statistiques (AFC et CAH) des variables d'occupation du sol en 1984-----	398
9.2. Commentaire des résultats-----	412
Conclusion du Chapitre 9-----	412
<b>Chapitre 10 : La modification des paysages de vallée ; étude diachronique</b> -----	413
Introduction du Chapitre 10 -----	414
10.1. Analyse diachronique dans les vallées de l'ensemble du bassin la Maine -----	414
10.2. Analyse diachronique des vallées du bassin du Loir entre 1984 et 2003 -----	428
10.3. Analyse diachronique des vallées de la Sarthe (hors Huisne) entre 1984 et 2003-----	436
10.4. Analyse diachronique des vallées de la Mayenne (hors Oudon) entre 1984 et 2003 -----	442
10.5. Analyse diachronique des vallées de l'Huisne entre 1984 et 2003 -----	450
10.6. Analyse diachronique des vallées de l'Oudon entre 1984 et 2003 -----	456
10.7. Analyse diachronique des vallées de la Maine aval entre 1984 et 2003 -----	463
10.8. Enjeux liés à des vallées du sous bassins de la Maine entre 1984 et 2003 -----	469
10.8.1. Les vallées du bassin du Loir -----	469
10.8.2. Les vallées du bassin de la Sarthe-----	470
10.8.3. Les vallées du bassin de la Mayenne -----	471
10.8.4. Les vallées du bassin de l'Huisne -----	472
10.8.5. Les vallées du bassin de l'Oudon -----	473
10.8.6. Les vallées du bassin de la Maine aval -----	474
Conclusion du Chapitre 10 -----	474
Conclusion de partie IV : Analyse diachronique et identification des enjeux des paysages des vallées-----	476
<b>Conclusion générale</b> -----	479
<u>Références bibliographiques</u> -----	484
<u>Table des figures</u> -----	503
<u>Table des tableaux</u> -----	511
<u>Table des photographies</u> -----	515
<u>Table des matières</u> -----	516



# **ANALYSE CARTOGRAPHIQUE DE LA STRUCTURE DES PAYSAGES DE VALLEES**

## **Évaluation de la dynamique des paysages de vallées du bassin versant de la Maine à partir de la télédétection et de SIG**

### **Résumé :**

Les vallées du bassin versant de la Maine forment des paysages diversifiés soumis à des enjeux multiples (étalement urbain, activités agricoles, boisements). Les interactions entre l'eau et les activités humaines présentent une certaine variabilité. Pour rendre compte des caractéristiques des vallées, de leurs diversités et de leurs singularités, la recherche est fondée sur les descripteurs objectifs (matériels) en utilisant d'une approche multiscalaire et reproductible. Une typologie des types de vallées est réalisée en s'appuyant sur une approche morphologique (MNT/analyse spatiale) pour caractériser les morphologies de vallées et une approche des modes d'occupation du sol (traitement d'images LANDSAT ETM+7) pour renseigner les types de couvertures du sol. 23 types des paysages de vallées sont identifiés. La typologie met surtout en évidence la diversité de paysages de vallée, pourtant souvent négligée par les approches classiques. La confrontation des résultats de cette typologie avec les atlas des paysages valide les types de vallées. Un suivi des changements dans les vallées du bassin versant de la Maine est mesuré, à partir d'images LANDSAT TM 1984 et ETM 2003, en utilisant les outils géomatiques (télédétection, SIG et techniques statistiques). Les méthodes et les procédures adoptées dans cette recherche sont la cartographie de l'occupation du sol, l'obtention d'indicateurs et la cartographie des changements. Les vallées intermédiaires sont les vallées les plus soumises aux changements, alors qu'au contraire, les vallées jugées remarquables (gorges, vallées très encaissées et les basses vallées) sont les vallées ayant le moins évolué. La détection des changements par type de vallées met en avant l'intérêt de combinaison d'approches morphologiques et d'approches d'occupation du sol, ce qui permet de montrer l'influence de nature des reliefs à l'évolution d'occupation du sol. La confrontation des types de vallées avec les politiques paysagères permet de mettre en évidence le rôle des acteurs dans la gestion de ces espaces. Ainsi, le travail avec d'autres types des données, d'autres zones et avec une échelle plus fine permet de valider les résultats tirés des vallées du bassin versant de la Maine.

Mots-clés : vallée, paysage, morphologie, occupation du sol, télédétection, SIG, analyse spatiale, dynamique.

### **Abstract:**

The valleys of Maine Basin contain diverse landscapes subjected to multiple issues (urban sprawl, agricultural activities, and afforestation). The interactions between water and human activities have some variability. In order to reveal the characteristics of the valleys, their diversity and their singularities, the research is based on the descriptors objectives (hardware) using a multi-scale approach and reproducible. A typology of types of valleys is performed based on a morphological approach (MNT / spatial analysis) to characterize morphological forms valleys and approach patterns of land cover (processing of images LANDSAT ETM +7) to inform the types of land cover. The typology particularly highlights the diverse landscapes of valleys often neglected by classic approaches. Comparing the results of this typology with the atlas reveals the importance of landscape and validation of type's valleys. Monitoring changes in the valleys of Maine Basin is measured from LANDSAT TM 1984 and ETM 2003, using geometrics tools (remote sensing, GIS and geo-statistical techniques). The methods and procedures adopted in this research were the cartographic of land cover, subtraction indicators and mapping changes. The intermediate valleys are valleys most subject to change, but, on the contrary, remarkable valleys (gorges, valleys and very steep low valleys) are the valleys less subject to change. The change detection by valleys types emphasizes the interest combining morphological approach and the approach of land cover and thereby shows the influence the nature of reliefs to changing land cover. The confrontation the types of valleys with landscape policies can highlight the role of stakeholders in the management of these areas. Thus, working with other types of data, and other areas with a finer scale can validate the results from the valleys of Maine Basin.

Keywords: valley, landscape, morphology, land cover, remote sensing, GIS, spatial analysis, dynamic.